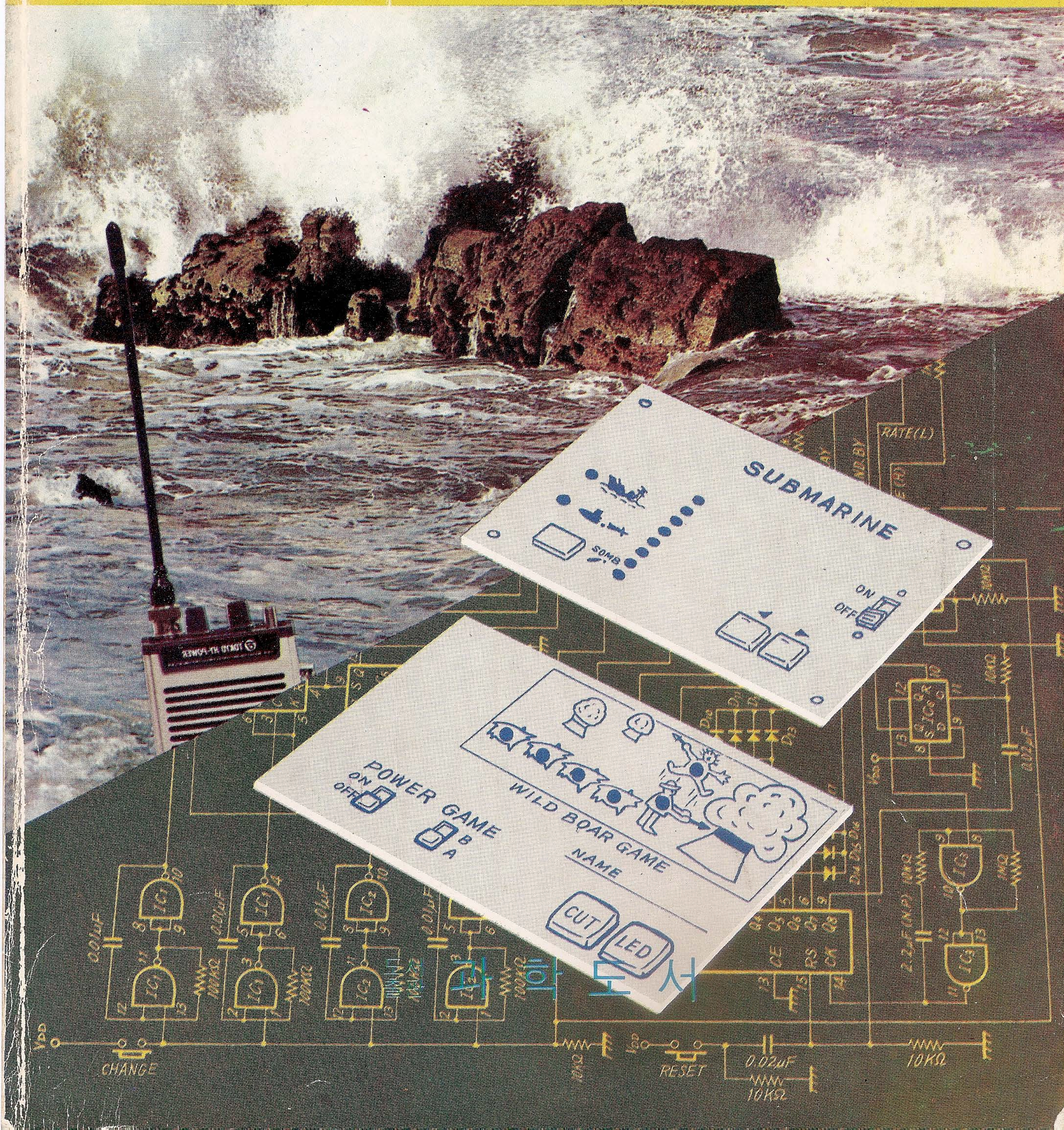
증보 4판

디지틀 게임기 제작집

제 3 집



권위있는 과학도서 안내

서울특별시 성동구 행당동 1-56
도서출판 과학도서 293-1933 292-3934

오오디오 시리이즈

1 오오디오입문	● B5판	216면	정가	3,200원
2 오오디오상식	● B5판	180면	정가	2,700원
3 오오디오용어해설	● B5판	175면	정가	2,900원
4 오오디오아이디어	● B5판	136면	정가	2,300원
5 오오디오테크닉	● B5판	224면	정가	3,300원
6 오오디오 가이드	● B5판	164면	정가	3,200원
7 오디오를 즐기는 법	● B6판	200면	정가	2,100원

007 제작집

제0집	근간	제3집	700원	제6집	900원
제1집	600원	제4집	800원	제7집	900원
제2집	700원	제5집	900원	제8집	900원

규격표 시리이즈

☐ TR규격대치표	● A4판	면	정가	원

회로집

☐ 419회로집	● B5판	208면	정가	3,100원
☐ 516회로집	● B5판	312면	정가	4,600원
☐ 815회로집	● B5판	434면	정가	6,400원

실체배선도집

☐ 실체배선도 제1집	● B5판	248면	정가	3,600원
☐ 실체배선도 제2집	● B5판	224면	정가	3,300원

문제집 시리이즈

1 국가기능검정문답집	● A5판	550면	정가	2,800원
2 전자공학문답집	● A5판	248면	정가	1,300원
3 전기이론문답집	● A5판	264면	정가	2,000원
4 국가고시문답집	● A5판	264면	정가	2,900원

트랜지스터 활용 시리이즈

1 트랜지스터제작입문	● B6판	176면	정가	1,000원
2 수신기제작	● B6판	200면	정가	950원
3 송신기와측정기제작	● B6판	180면	정가	800원
4 VHF세트제작	● B6판	184면	정가	1,100원

기초이론 도서

☐ 전기회로독본	● A5판	268면	정가	2,900원
☐ 트랜지스터독본	● B6판	272면	정가	2,500원
☐ 테스터교본	● B5판	224면	정가	2,600원
☐ 공구(선택법과사용법)	● B5판	114면	정가	2,500원

IC 제작집

☐ IC응용제작	● A5판	면	정가	원
☐ 종합 IC공작집	● A5판	340면	정가	4,700원

이론과 실기

☐ 라디오제작입문	● B5판	218면	정가	3,200원
☐ 트랜지스터 회로 설계와 제작	● B5판	196면	정가	2,800원
☐ 카세트녹음기(증보판)	● B5판	208면	정가	3,100원
☐ 전자제작입문	● B5판	256면	정가	3,900원
☐ 호움엘렉트로닉스공작	● B5판	184면	정가	2,800원
☐ 엘렉트로닉스입문	● B5판	144면	정가	2,400원
☐ 오오디오를 즐기는 법	● B6판	200면	정가	2,100원
☐ 전기·전자악기의 제작가이드	● B5판	136면	정가	2,700원

전자제작 실기 도서

☐ 초보라디오제작	● B5판	168면	정가	2,200원
☐ 라디오공작	● A5판	184면	정가	2,000원
☐ 전자공작집	● B5판	128면	정가	2,100원
☐ 트랜지스터공작입문	● B5판	192면	정가	2,500원
☐ 전자완구만들기	● B6판	184면	정가	1,900원
☐ 전자공작입문	● B6판	170면	정가	1,300원
☐ 엘렉트로닉스기기제작집	● B5판	232면	정가	3,700원

무선기술 도서

☐ 아마튜어무선제작	● A5판	176면	정가	1,800원
☐ 트랜시이버와 인터폰	● B5판	120면	정가	2,000원
☐ 와이어리스마이크와트랜시이버	● B5판	242면	정가	3,000원
☐ BCL 단파라디오제작집	● B5판	152면	정가	1,500원
☐ 초급아마튜어무선	● A5판	246면	정가	2,900원
☐ 아마튜어무선영어	● 신서판	240면	정가	1,800원

전자제작집 ● B6판 180면

제1집	2,500원	제7집	2,400원	제13집	2,800원
제2집	2,600원	제8집	2,400원	제14집	2,800원
제3집	2,400원	제9집	2,600원	제15집	2,800원
제4집	2,900원	제10집	3,200원	제16집	3,300원
제5집	3,000원	제11집	3,200원	제17집	3,200원
제6집	2,200원	제12집	3,200원		

고장수리 도서

☐ 오오디오고장수리	● B5판	196면	정가	2,600원
☐ 라디오고장수리의비결	● B6판	176면	정가	1,600원
☐ TR고장수리비결	● B6판	320면	정가	2,400원
☐ 스테레오고장수리의비결	● B6판	344면	정가	2,000원

스테레오·앰프

☐ 스테레오교본	● B5판	136면	정가	2,300원
☐ Hi-Fi 앰프	● B5판	320면	정가	5,000원
☐ 스테레오제작입문	● B5판	176면	정가	2,600원

※ 정가는 수시로 변경될 수 있음.

증보판

디지틀게임기 제작집

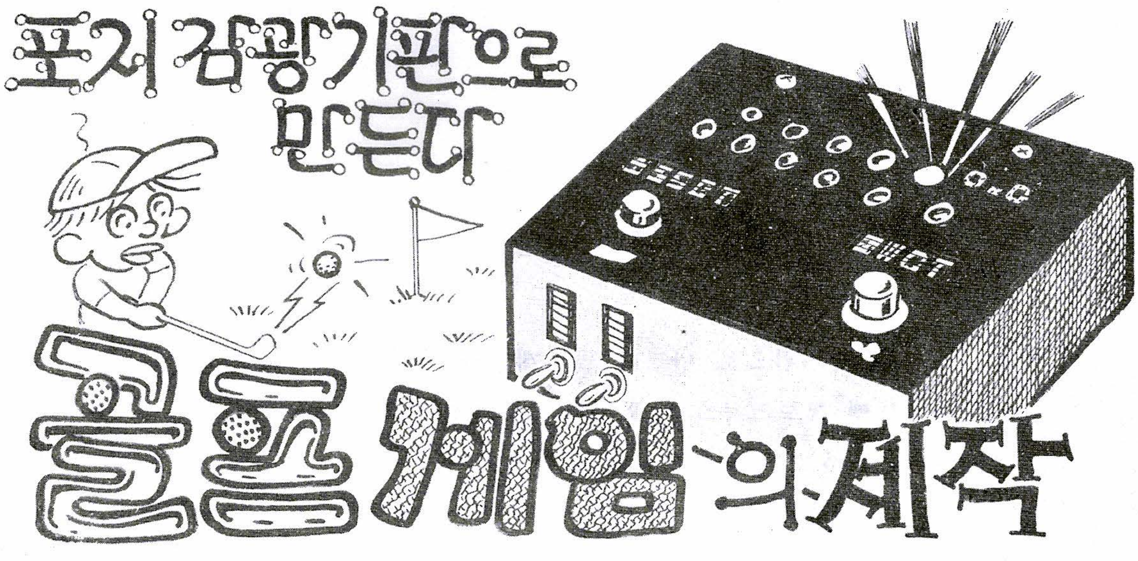
〈제 3 집〉

도서출판 과 학 도 서

차 례

포지 감광기판으로 만든다

골프 게임의 제작



이번에는 C-MOS IC를 사용하여 골프게임기를 제작하여 보자.

골프는 보울을 클러브로 쳐서 호울(구멍)에 넣는 스포오츠로서, 1타로 호울에 넣기는 (호울인 원) 어렵고 몇번 쳐서 넣게 되는데, 호울까지 도달하지 않는다든가 지나쳐 버리기도 한다. 그래서 몇타로 넣느냐를 겨루는 것이다.

□ 세트를 소개한다

처음에 이 세트를 소개한다.

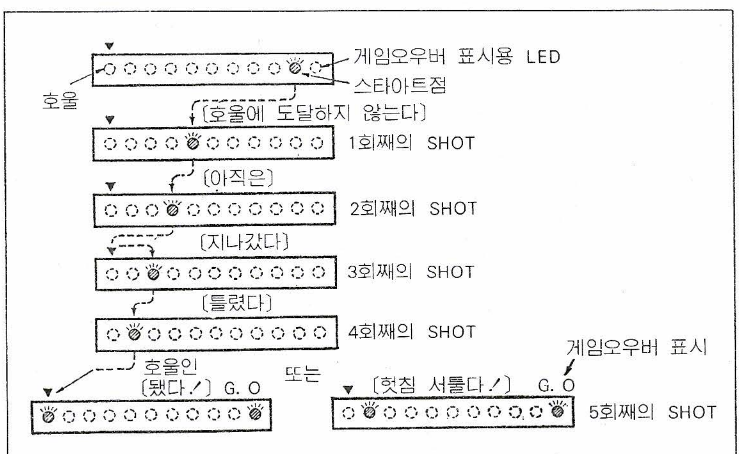
이 세트는 전자뇌로 골프를 보고 고안한 게임이다.

보울을 쇼트하는 대신 SHOT 스위치를 누른다. 보울이 날으는 대신 발광 다이오우드의 발광이 옆으로 좌향 진행한다. 골프는 보울이 호울인하면 되지만, 이 세트에서는 왼쪽 끝의 발광 다이오우드가 발광하여 정지하면 된다.

그러나 실제 골프와 같아 그렇게 간단히 호울인하지는 않는다. SHOT한 보울이 호울까지 도달하지 않거나 호울을 지나가 버린다.

이 세트는 보울이 호울을 지나가게 되면 되돌아 오는 것이 특색이다. 이 상태는 **〔그림 1〕**을 보자. 또 이 게임에서는 보울을 SHOT한 회수를 세고, 5회 이내에서 호울인하지 않을 때는 게임 오우버로서, 게임을 중단하는 것으로 하고 있다.

그러나 서투른 독자들을 위하여 연습용으로 5회 이상이나 무제한으로 SHOT 하기 위한 스위치도 붙여 놓았으니 안심해도 좋다.



〔그림 1〕 호울의 움직임

□ 블록 다이어그램에 대하여

〔그림 2〕가 블록 다이어그램이다. 크게 나누어 보울을 SHOT(치기)하기 위한 부분(발진기판)과 보울의 위치를 표시하기 위한 부분(표시기판)으로 나누어져 있다.

발진기판은 다음과 같이 3개의 부분으로 나뉘어져 있다. 즉

① SHOT 스위치에 의해 보울을 발생하는 부분,

② SHOT한 회수가 5회가 되었는지 세는 부분,

③ SHOT 스위치를 눌렀을 때는 보울이 호울쪽으로 나아가게 하기 위한 부분이 있다.

표시기판은 3개의 부분으로 나뉘어져 있다. 즉,

① 보울을 나아가게 하는 부분.

② 보울의 위치를 표시하는

부분.

③ 호울을 지나갔을 때 보올을 돌아오게 하기 위한 부분이 있다.

□ 동작의 설명

이 세트의 주요한 회로의 동작에 대하여 설명한다.

① 보올을 쳐 보낸다

보올은 SHOT 스위치가 눌러지면 정지해 있는 위치에서 호울을 향하여 나아가지만, 이 보올을 전기적으로 발생시키기 위해서는 발진회로에 의해 적당한 수의 펄스를 발생시키고, 그 수를 세어 진행상태를 알아내는 것이 간단한 방법이다.

그러나 SHOT 스위치를 누르고 있는 시간과 펄스의 수가 비례해 있으면 재미 없기 때문에 이 세트에서는 약간 세공을 하여 발생하는 펄스의 수가 불규칙하게 되도록 해 놓았다.

② 보올의 카운트

보올에 상당하는 펄스의 수를 세어 나아가게 하는 것이 카운터인데, 보올은 호울인한다든가, 호울까지 가지 않는다든가 지나가서 되돌아온다든가 하지만, 이와 같은 동작을 시키기 위해서는 일반적인 카운터(카운트 업 전용)에 비해 좀 값이 비싼 **up/down** 카운터라 불리는 카운트 방향을(카운트 업/카운트 다운) 자유로이 바꿀 수 있는 것이 필요해진다.

보올의 진행방향(카운트 업 방향이나 down 방향)을 콘트롤하려면 IC의 **u/d** 입력단자에 전압을 가하거나 어어드하여서 한다.

③ 보올의 표시

카운터의 출력은 A, B, C와 D출력단자로 코우드화(BCD 코우드라 불리는 1자리의 10진수를 2진수 4비트로 표시한 것)되어 출력되기 때문에, 우리들이 평소에 사용하고 있는 수의 감각과 달라, 눈으로 보아서는 곧 알 수 없기 때문에 이것을 10진수로 코우드 변환할 필요가 있다.

이 코우드 변환을 하는 것이 **디코우더**이다. 디코우더는 출력용량이 작기 때문에 전류 증폭용으로 버퍼를 넣어 9개 나열한 발광 다이오우드 중, 카운트한 결과의 수에 상당하는 것을 1개씩 차례로 발광시켜 표시한다.

④ SHOT 회수의 카운트와 게임 오우버의 동작

보올이 호울인하기까지 몇번이든 반복하여 SHOT해도 되지만, 게임답게 하기 위해서 SHOT 스위치를 누른 회수를 세어 5회 SHOT하면 게임 오우버(G. O.)로 해 놓았다.

그러기 위한 동작은 카운트 방향이 up 전용의 카운터와 NAND 게이트를 조합시킨 회로에 의하여 하게 한다.

카운터가 5를 헤아리면 SHOT 스위치의 동작을 정지시키는 동시에 게임 오우버 표시로서, G. O. 의 발광 다이오우드를 점멸시켜 종료를 표시한다.

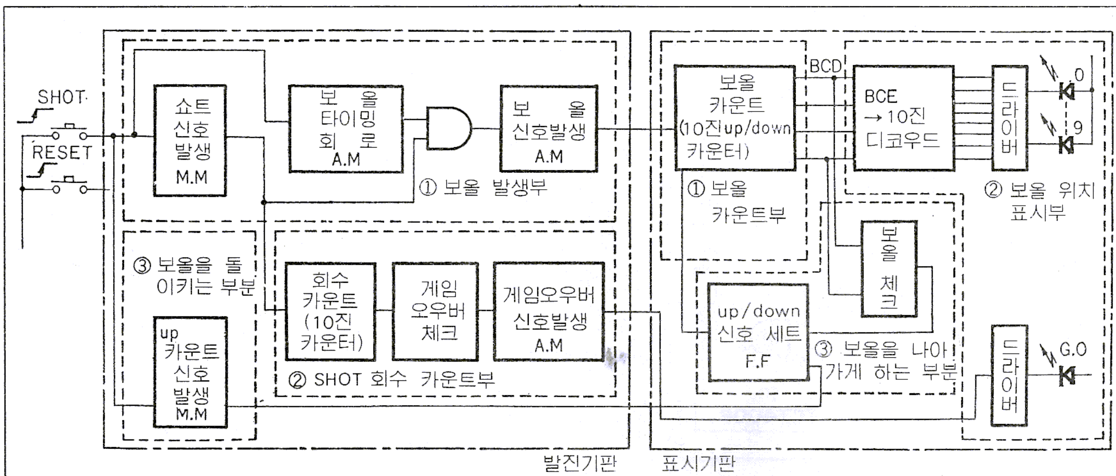
이 G. O. 를 **리세트(소거)**하기 위해서는 RESET 스위치를 누름으로써 이 카운터와 보올 위치를 카운트하는 카운터를 처음의 상태로 돌이켜 다시 게임을 개시할 수 있다.

□ 회로의 설명

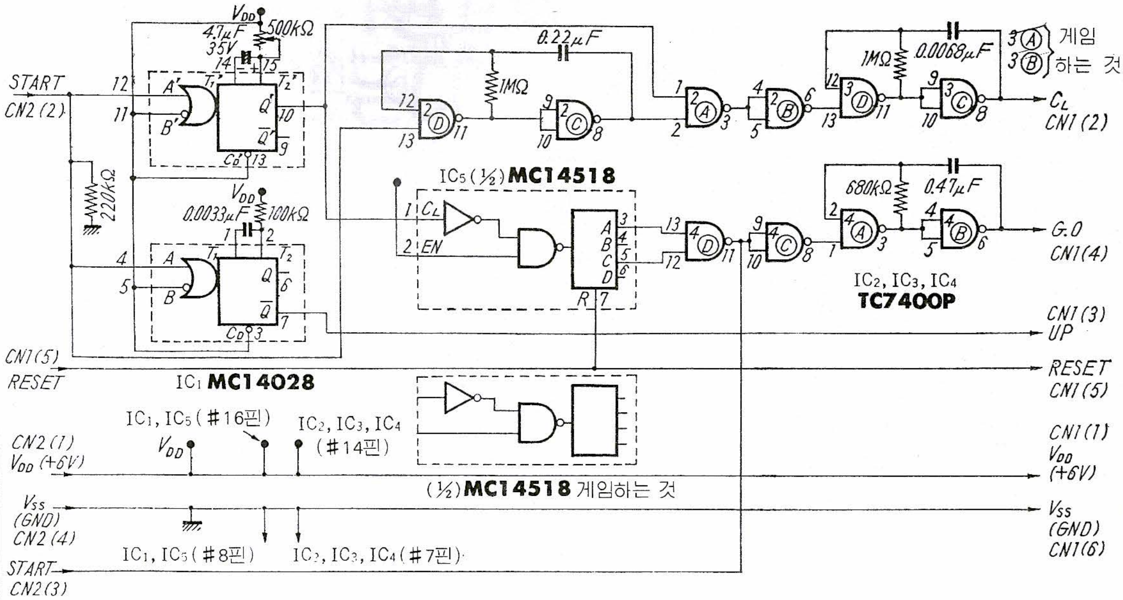
〔그림 3〕은 이 세트의 회로도이다.

발진기판은 SHOT 스위치가 ON되어 동작한다. SHOT 스위치가 ON되어 있는 동안 START 단자가 하이레벨(「1」 약 $V_{DD}/2$ 이상의 전압을 말한다)이 되고, IC_1(**MC14028**)의 A′, A입력단자, 그리고 IC_2의 #13핀이 「1」이 된다.

IC_1은 2회로의 단안정 멀티바이브레이터로서, 밖에 붙는 C, R에 의하여 정해진 시간만큼 Q, Q′출력단자에 「1」을 $\bar{Q}$,



〔그림 2〕 골프게임기의 블록 다이어그램



〔그림 3〕 (-1) 회로도(발진기판)

$\overline{Q}'$ 출력단자에 「0」을 출력한다.

$\overline{Q}$에서의 출력신호는 SHOT 스위치가 눌러졌을 때, up/down카운터를 up카운터에 세트하기 위해서 사용한다.

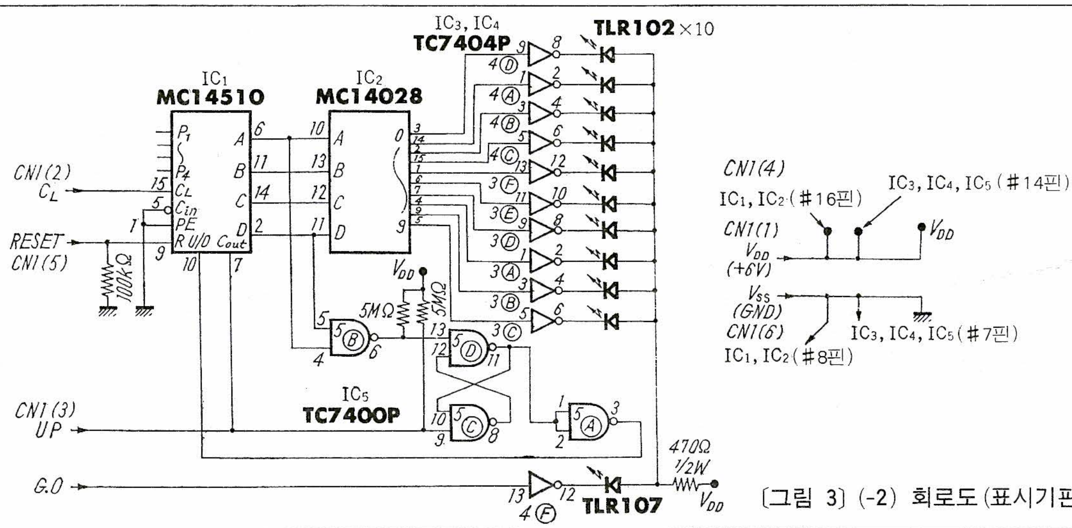
IC_2의 Ⓓ, Ⓒ, IC_3의 Ⓓ, Ⓒ, IC_4의 Ⓐ, Ⓑ는 각각 2입력 4회로 NAND 게이트 IC(**TC7400P**) 중의 2회로씩을 사용한 **콘트롤 입력부의 무안정 멀티바이브레이터**이다. 콘트롤 입력(이를테면 IC_2의 #13핀)에 「1」을 가하면 밖에 붙는 C, R로 정한 주파수의 방형파를 발진하고, 「0」을 가하면 정지한다.

IC_2, IC_3은 보올 신호 펄스의 발생을 불규칙하게 하기 위한 회로로서, 그 동작이 〔**그림 4**〕의 타이밍 차아트에 나타나 있다.

또 IC_1의 Q′출력은 IC_5(**MC14518**) 2회로 10진 카운터의 C_L단자에 입력되고, SHOT 스위치를 눌렀을 때의 「0」에서 「1」로 상승하는 신호로서 하나씩 카운트를 진행시킨다.

A와 C출력을 IC_4Ⓒ에 입력하고 「5회로」를 체크하고 있다. 「5회로」가 되면 IC_4Ⓒ의 출력이 「0」이 되어 SHOT 스위치의 동작을 정지시키는 동시에 IC_4Ⓓ로 반전시켜 G. O신호를 발생시킨다.

표시기판은 발진 기판으로부터의 신호에 의하여 동작한다.



〔그림 3〕 (-2) 회로도(표시기판)

IC₁(**MC14510**)는 프리세트 가능 10진 up/down 카운터로서, C_L 입력단자에의 펄스가 「0」에서 「1」로 상승할 때 u/d 입력단자의 지정에 따라 카운트를 한다.

이 세트에서는 프리세트 기능은 사용하지 않기 때문에 PE입력은 어어드에 내려 둔다.

또, C_{OUT}출력은 up카운트 때의 9를 카운트한 순간과 down 카운트 때의 0을 카운트한 순간에 「0」을 출력한다.

IC_5Ⓒ, Ⓓ는 NAND 게이트 2회로를 조합시킨 리세트—세트 플립 플롭(R-S F/F)으로서, C_{OUT}출력과 A, D출력(A, D가 「1」일 때, 즉 9를 카운트했을 때)의 NAND에 의해 up//down의 신호를 만들어 u/d 입력에 가하고 있다.

u/d입력은 카운트 중에는 계속하여 세트할 필요가 있기 때문에 F/F가 필요하다.

A, B, C와 D출력은 IC_2(**MC14028**)의 A, B, C와 D입력에 입력하고, 10진수에 디코우드한다. 이 디코우더는 출력용량이 적기 때문에 IC_3, IC_4(**TC7404P**)의 인버어터 버퍼를 통하여 발광 다이오우드 **TLR102**를 발광시킨다.

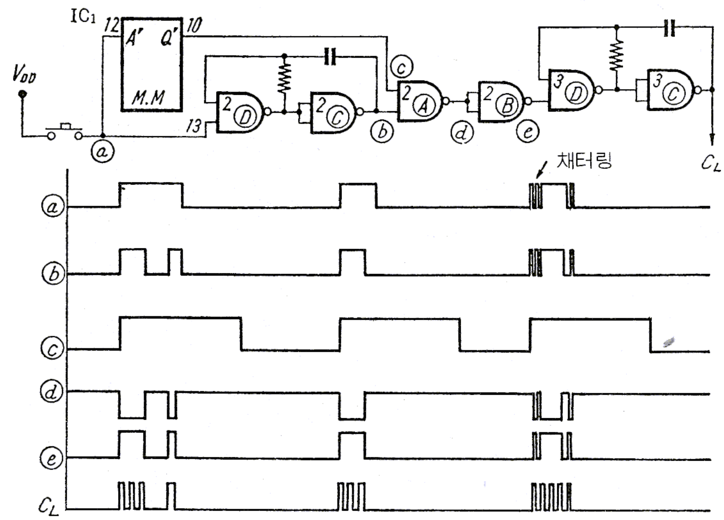
G. O신호도 마찬가지로, 인버어터 버퍼에 의하여 **TLR107**을 발광시킨다.

이 세트에 사용한 IC는 모두 C-MOS이기 때문에 전원전압의 범위가 4~8V로 넓어 AAM×4의 6V로 하고 있다.

〔그림 5〕는 이 세트의 총 배선수로서, 2개의 기판간의 배선을 나타낸 것이다. 1~6의 숫자는 커넥터의 핀번호이다. 〔그림 3〕의 회로와 비교해 보기 바란다.

□ 부품의 설명

이 세트에 사용한 부품에 대하여 설명한다.



〔그림 4〕 보울 신호발생 타이밍 차아트

IC…6종류의 IC를 사용하지만, 각 메이커에서 같은 종류가 나와 있는 것도 있으므로, 구하기 쉬운 것을 구해 사용하면 된다.

TC700P를 4개, **TC7404P**를 2개, **MC14028, MC14518, MC14528, MC14510**이 각각 1개.

LED…소형의 **TLR102**를 10개 하고, **TLR107**을 1개 사용한다.

콘덴서…0.0033μF, 0.0068μF은 마일러 콘덴서를 사용하지만, 0.22μF, 0.47μF은 모양이 작은 시이멘스의 폴리카아보네이트 콘덴서를 사용한다.

저항…470Ω은 P형 1/2W를 사용하고, 그 이외의 것은 P형 1/8W 또는 1/4W를 사용한다. 500kΩ의 반고정저항은 10φ의 방진구조로 된 것을 사용한다.

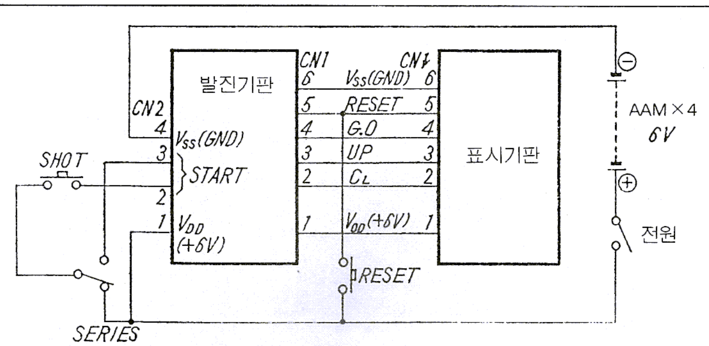
커넥터…프린트 기판용의 단자로서 기판용 커넥터 4P짜리를 1개와 6P짜리를 2개 사용.

구하지 못하는 사람들은 거기에 핀을 세우고, 비닐선으로 배선하기 바란다.

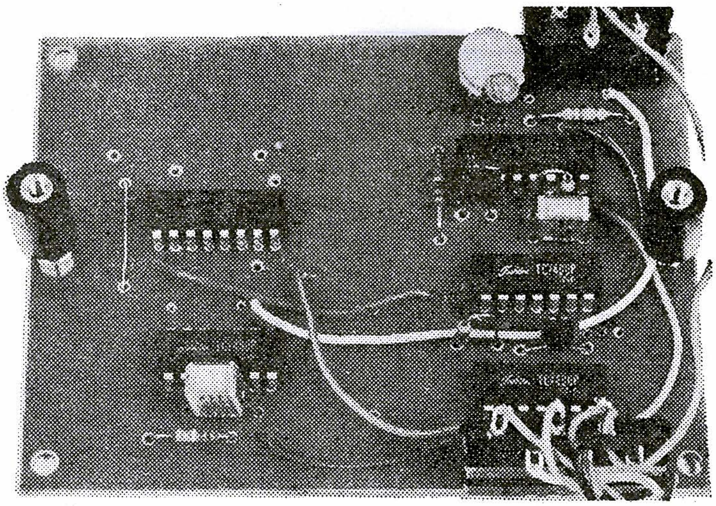
스위치…소형의 푸시온 스위치와 초소형의 토글 스위치를 각각 2개씩 사용한다. 푸시스위치는 신품의 확실한 것을 사용하도록 하자.

케이스…150×100×60mm의 알루미늄제를 사용했지만, 커버는 사용하지 않고 빨간 투명한 아크릴판을 커버와 같은 치수로 베어 바꾸어 사용한다.

비닐선…10심의 가는 것으로서



〔그림 5〕 총배선도



〔보올 신호발생, 게임오우버 카운트 회로의 기판〕

10색(12색)이 컬러 코우드의 배열로서, 평행으로 늘어서 있는 것이 사용하기에 좋다. 필요에 따라 쪼개거나 잘라서 사용할 수도 있고, 평행 그대로 사용할 수도 있어 편리하다.

□ 제작하자

제작은 다음과 같은 순서로 진행시켜 나간다.

(I) 기판의 작성

감광기판용 프린트패턴도를 커터로 오려낸다. 본기에서는 75×100㎜의 기판을 2개 나누고 있지만, 150×100㎜의 기판을 사용하여 동시에 만들어 커터로 베어도 될 것이다.

인쇄할 때 묻은 필요 없는 잉크가 묻어 있으면 커터로 도려 내고, 반대로 핀호울 등 랜드 부분에 잉크의 스친 자국이 있으면 레지스트펜으로 검정색으로 칠해서 수정한다.

또 사용하는 부품이 본기의 것과 다르고, 고정 치수 등이 다를 때는 패턴의 수정을 한다.

형광등 스탠드와 감광기판 인화용의 클램퍼를 준비한다. 감광기판을 기판에 흠이 생기지 않도록 주의하여, 될 수 있는대로 어두운 곳에서 주머니로부터 꺼내어 마스크지의 인쇄 잉크가 묻어 있는 면을 기판의 감광제가 묻어 있는 보라빛 면에 대고 클램퍼나 투명판 유리 등으로 누르고 인화한다.

인화의 시간은 15~20분 정도라고 감광기판에 설명이 되어 있지만, 지정시간보다 조금 많이 하는 것이 좋다.

인화를 하는 동안에 현상액을 만든다. 전용 현상제(DP-10)를 200cc의 약 40℃의 미지근한 물에 녹인다. 추울 때는 현상액의 식는 것이 빠르기 때문에 세면기 등에 더운물을 담고, 현상액이 든. 배트째 띄워 두면 될 것이다.

현상은 현상액의 액온을 25℃ 정도로 하고, 기판 위의 패턴이 보이게 넣고 배트를 움직이면서 한다. 동박면이 깨끗하게 나오면 된다. 감광제가 남으면 에칭이 되지않으므로 주의한다.

현상이 끝나면 물로 잘 씻고 프린트패턴에 흠이 나지 않게 물을 닦아내고 프린트 패턴의 체크를 이 단계에서 엄격히 해야 한다.

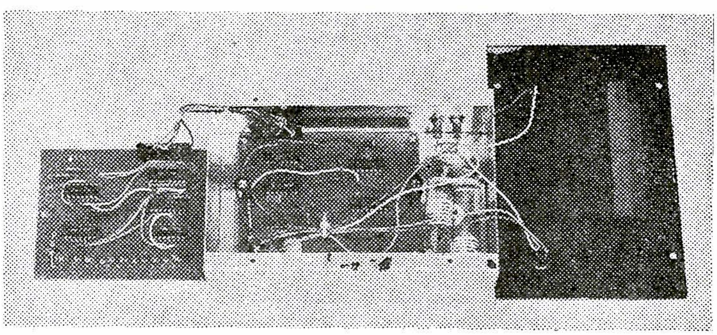
보라빛이 남은 부분이 에칭으로 남는 랜드의 부분이다. 보랏빛이 옅은 부분과 가느다랗게 되어 있는 부분은 에칭으로 패턴이 끊어지거나 하는 경우가 있으므로, 레트라 테이프나 레지스트펜으로 수정한다. 반대로 필요 없는 곳에 보랏빛이 남아 있을 때는 커터로 자른다.

에칭은 일반적인 프린트기판과 같은 요령으로 한다. 에칭액을 30℃ 정도로 따뜻하게 하고 배트를 움직이면서 하면 빨리 된다.

에칭이 끝났으면 나일론 솔 등으로 잘 문질러 깨끗한 구리면이 나타나게 하여 물로 충분히 씻어 둔다.

구멍 뚫기는 커넥터 핀을 1ϕ, 그 밖의 IC나 C, R와 발광 다이오우드는 0.8ϕ의 드릴로 뚫는다. 기판의 고정 구멍은 3.2ϕ짜리로 뚫는다. 구멍 뚫기가 끝났으면 지름이 구멍의 3배 정도의 드릴로 괴깔을 깎는다.

큰 기판(100×150㎜)으로 만들었을 경우는 기판을 중앙에서 베어 2개로 만들고 양면에서 커터로 칼금을 넣어, 책상 모서리 등에 대고 부러뜨리면 간단하다. 칼금은 깊게 넣어서 절단면이 벗어지거나 하지 않도록 주의한다.



플럭스를 바르고 손에 묻지

않도록 드라이어 등으로 건조시키면 기판은 완성이다.

(Ⅱ) 케이스의 가공

실체배선도와 사진을 참고하여 발진기판을 고정시키고, 구멍에 맞추어 케이스에 3.2ϕ 드릴로 고정구멍을 뚫는다. 또, 토글스위치를 고정시킬 구멍을 두군데 뚫는다.

(Ⅲ) 기판에 부품을 고정

기판은 2개 있다. 저항과 콘덴서, 단선 점퍼, IC, 발광 다이오우드, 비닐선의 점퍼, 커넥터 순으로 고정시킨다. 콘덴서 4.7μF은 극성이 있으므로, 주의해서 고정시켜야 한다.

저항은 세워 놓은 것과 뉘어져 있는 것이 있다. 세워져 있는 것은 실체배선도의 방향에 맞추어 고정시킨다.

단선 점퍼는 저항, 콘덴서의 리이드선의 도막 등을 이용하면 될 것이다.

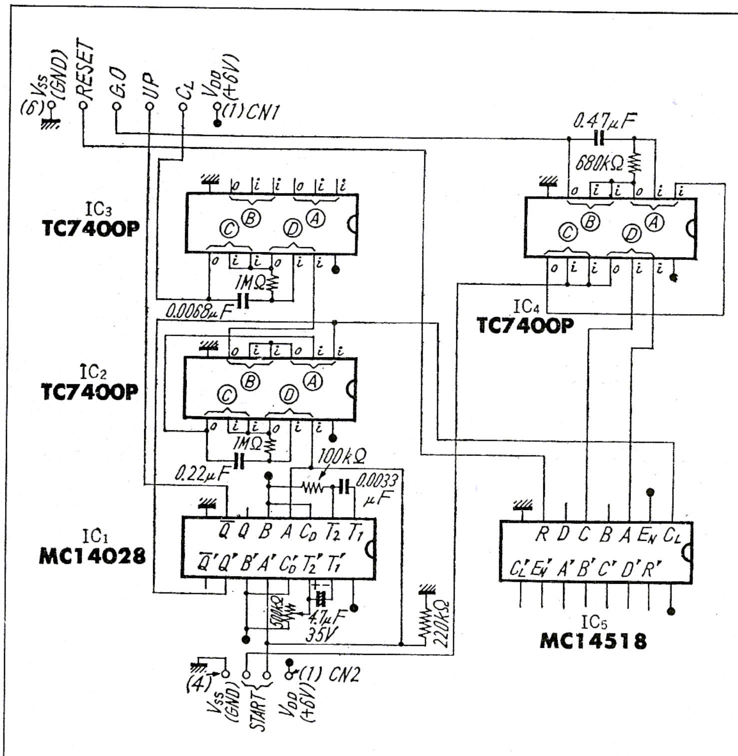
IC는 프린트 패턴에 1이라고 기입되어 있는 곳이 1번핀(패키지의 위에서 보아 오목표시를 좌로 하여, 오목의 밑의 핀)이므로 주의하기 바란다.

또 표시기판의 IC, **MC14510**의 부분만 16P DIP 소켓을 사용했기 때문에 소켓을 고정시키고, 체크가 끝난 후 IC를 소켓에 넣는다. IC는 C-MOS이기 때문에 정전기에 의해 파괴되는 경우가 있다. 대전되기 쉬운 비닐이나 의류 위에 놓지 않도록 조심해서 다루자.

발광 다이오우드는 10㎜의 엠파이어 튜우브를 11개 자르고, 리이드의 굵은쪽(캐도우드쪽)에 끼워 고정시킨다. 구부러지거나 높이가 들쭉날쭉하지 않도록 한다.

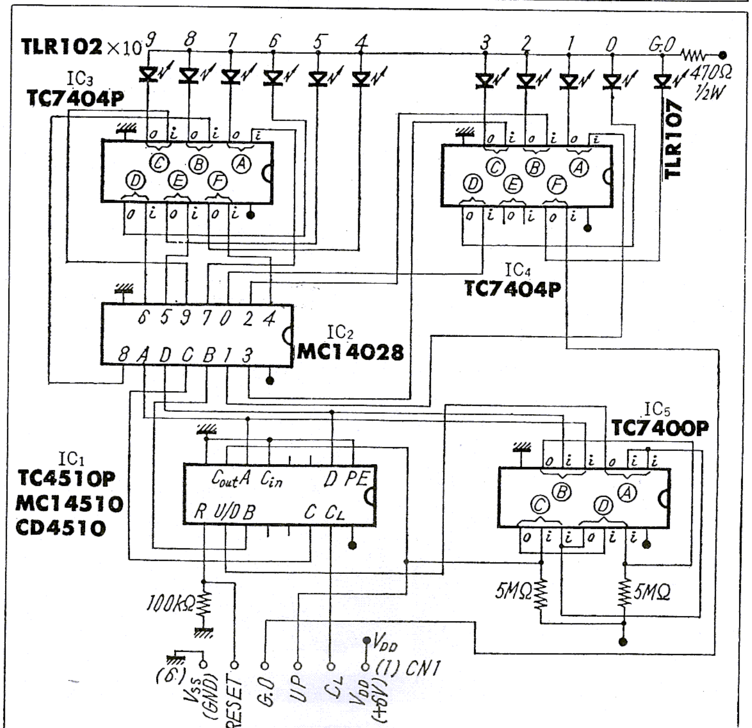
비닐선의 점퍼는 본기의 경우 점퍼가 많기 때문에 실체배선도와 〔그림 7〕의 IC 접속도를 참고하여 색분한 비닐선으로 하기 바란다.

커넥터는 1번~2번핀 사이

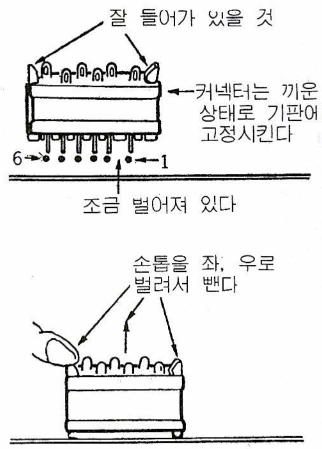


(TC7400P는 MM74C00도 좋다)

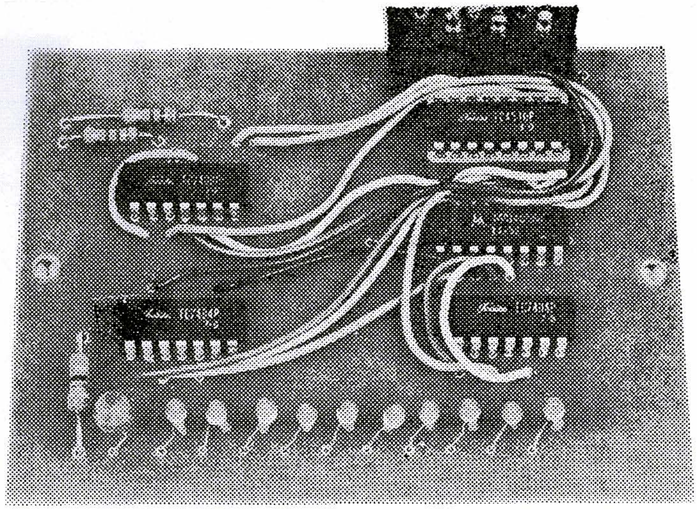
〔그림 6〕(-1) IC 접속도(발진기판)



〔그림 6〕(-2) IC 접속도(표시기판)



〔그림 7〕 커넥터의 고정



〔up/down 카운터, 디코우더, 표시부의 기판〕

만 간격이 조금 넓게 되어 있다. 프린트 기판의 구멍에 맞추어 〔그림 8〕과 같이, 커넥터를 끼운 상태로 고정시킨다.

(Ⅳ) 커넥터의 배선

커넥터 중 6P(CN_1)짜리는 커넥터끼리 양기판 사이를 10cm 정도로 자른 비닐선 6색으로 배선한다. 전원 V_{DD}를 빨강으로, V_{SS}(GND)를 검정으로 하고, 나머지 것은 적당히 색분하면 된다.

발진기판쪽의 5번핀(RESET)부터는 푸시스위치에 배선한다. 발진기판의 4P(CN_2)에는 전지 스냅, 스위치간의 배선을 한다. 스위치에의 배선은 15cm 정도의 비닐선으로 한다. 스위치 중 토글스위치는 배선이 끝난 후 케이스에 고정한다.

배선의 누락, 착오가 없는지 체크하여 이상 없으면 스페이서로 기판 2개를 포개고 케이스에 스페이서로 고정시킨다.

(Ⅴ) 케이스 커버의 작성

케이스의 커버를 아크릴판으로 만든다. 붉은색의 투명 아크릴판을 케이스의 치수대로 베어 낸다.

베어냈으면 기판의 발광 다이오우드의 위치에 맞추어 아크릴판에 셀로판테이프를 붙이고, 〔그림 9〕와 같이 검은색의 래커 스프레이로 아크릴판에서 필요 없는 부분은 검게 마스크한다. 셀로판테이프의 위치만이 남아 창이 열리게 된다.

다음에 이 아크릴판에 START 스위치와 RESET 스위치를 고정시킬 구멍과 케이스에의 고정구멍을 4개 뚫어 스위치를 고정시킨다.

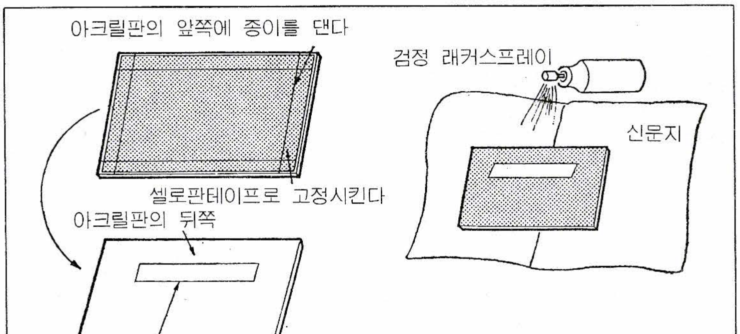
□ 조정에 대하여

발진기판의 500kΩ 반고정저항을 중간위치에 세트하고, POWER 스위치를 ON으로 한다. RESET 스위치를 누르고, 발광 다이오우드를 0(우단) 에 리세트한다.

SHOT 스위치를 약 1초 동안 ON으로 하여 발광 다이오우드의 진행 상태를 조정한다. 반고정저항을 오른쪽으로 돌리면 빨라지고, 0, 1, 2…9, 8, 7…0, 1, 2…와 같이, 몇번 반복할 것이다. 왼쪽으로 돌리면 늦어지고 하나 밖에 나아가지 않을 것이다. SHOT 스위치를 눌러 7~8개 나아가도록 조정을 끝낸다.

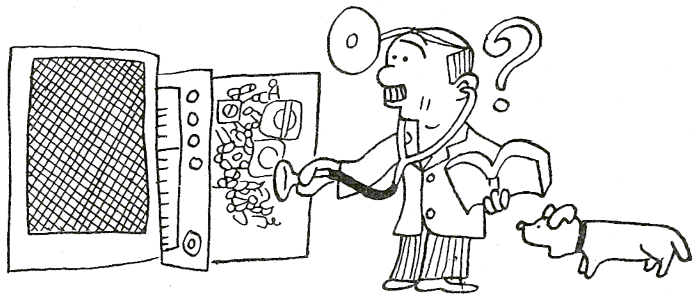
□ 게임하는 법

친구들과 함께 게임하는 것이 재미 있다. 몇번의 SHOT로 호울인 하는지를 경쟁하는 것이다. 5회(실은 5회째는 타이밍상 짧은 시간으로서, 하나 나아가느냐 아니냐 하는 것이고, 실질상으로는 4회) 트라



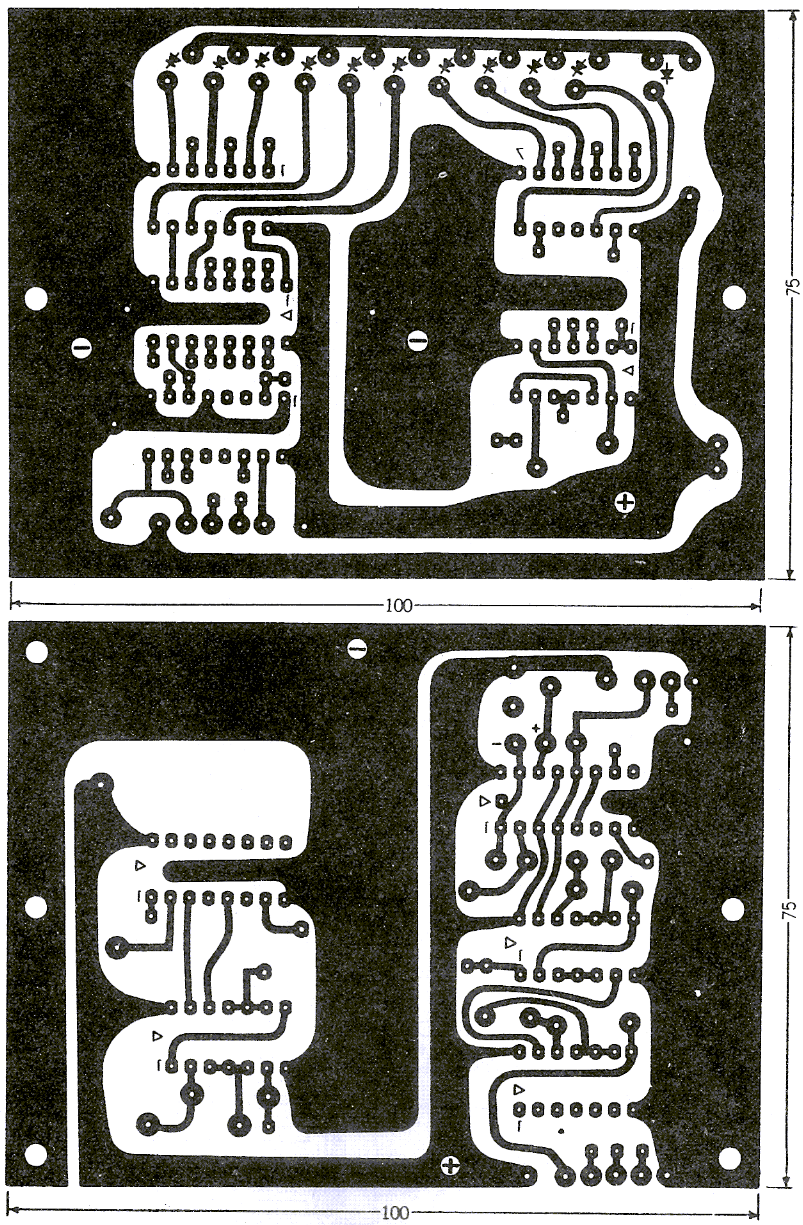
〔그림 8〕 아크릴커버의 가공

이하면 게임오우버가 되어 RESET하여 반복해서 처음부터 다시 하거나, SERIES 스위치를 ON하여 G. O 표시를 무시하고 할 수도 있다.

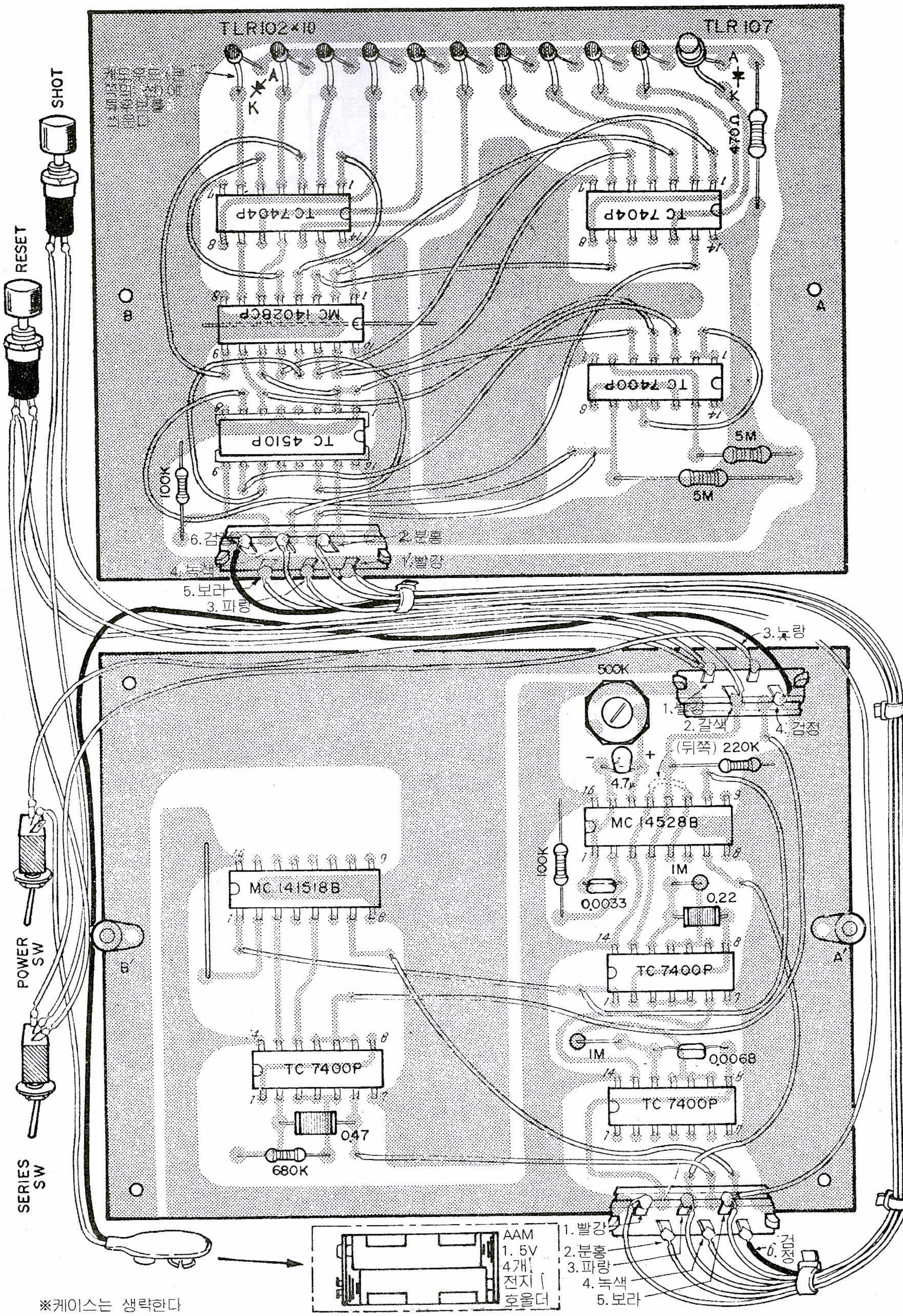


부 품 표

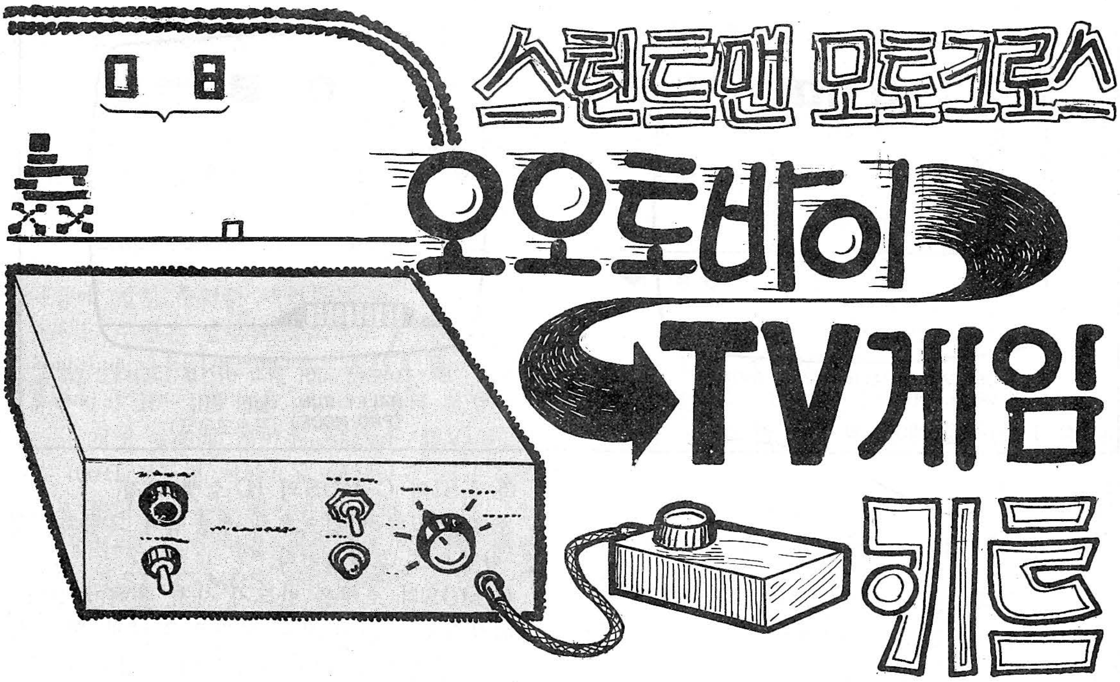
IC	**MC14028**	1
	MC14510	1
	MC14518	1
	MC14528	1
	TC7400P	4
	TC7404P	2
LED	**TLR102**	10
	TLR107	1
C	0.0033μF 마일러	1
	0.0068μF 마일러	1
	0.22μF 폴리카아보네이트 시이멘스	1
	0.47μF 폴″ ″	1
	4.7μF/35V 탄탈	1
R	RD 1/2P 470Ω	1
	RD 1/4P 100kΩ	2
	220kΩ	1
	680kΩ	1
	1MΩ	2
	5MΩ	2
반고정	500kΩ 10φ형	1
CN	4P 기판용 커넥터	1
	6P 기판용 커넥터	2
스페이서	25~30mm 절연형	2
	10mm ″	3
SW	2P 푸시온스위치	2
	3P(2P) 초소형 토글스위치	2
아크릴판		1
케이스	150×100×60mm	1
비닐선	10심 10색 평행	약간
엠파이어 튜우브 검정, 가는 것		1 m
포지 감광기판	10K 100×75mm	2
	(또는 12K 100×150mm	1)
IC소켓	16P DIP 소켓	1
전지 호울더	AAM×4용 폴리에틸렌	1
전지 스냅		1
전지 AAM		4



포지 감광기판용 프린트패턴


TLR102×10
TLR107
A
K
470Ω
TC7404P
TC 7404P
MC14028CP
TC 7400P
TC 4510P
100K
5M
5M
B
A
SHOT
RESET
6.검정
2.분홍
1.빨강
4.녹색
5.보라
3.파랑
3.노랑
500K
1.빨강
2.갈색
4.검정
(뒤쪽) 220K
4.7μ
MC 14528B
100K
IM
0.0033
0.22
MC 141518B
TC 7400P
B'
A'
IM
0.0068
TC 7400P
TC 7400P
047
680K
POWER SW
SERIES SW
AAM 1. 5V 4개 전지 홀더
1. 빨강
2. 분홍
3. 파랑
4. 녹색
5. 보라
6. 검정

※케이스는 생략한다



스턴트맨 모토크로스 오오토바이 TV게임 키트

여러분이 기대하고 고대하던 TV게임 키트를 소개한다. 뭔가 드릴감이 넘치고 재미있는 것이 없을까 하고 생각하다가 이 「스턴트맨 모토크로스 오오토바이 TV게임 키트」가 고안된 것이다.

지금까지 있었던 TV 게임에서 라켓으로 공을 치거나 상대방을 공격하는 게임과는 달리, 오오토바이의 드로틀(throttle)에 해당하는 볼륨을 콘트롤하여 장해물을 넘어 간다든가, 버스(bus)를 점프하여 뛰어 넘거나 하여 그 횟수나 타임을 겨루는 것이다.

색깔이 있는 것은 물론 소리도 실물 그대로여서 신나게 게임 놀이를 할 수 있다.

◈ 모우터 사이클 게임이란?

이것은 「스턴트맨 모토크로스 오오토바이 TV게임 키트」라는 긴 이름을 붙이고 있는데, 여기에 사용된 GI사의 **AY-3-8765**라는 LSI 에는 「모우터 사이클 게임」이라는 이름이 붙어 있기 때문에 일단 그 이름으로 부르기로 한다.

이 LSI에서는 4개종류의 게임을 할 수 있게 되어 있지만, 프로와 아마튜어의 2 모우드가 있으므로 조합으로서는 8종류가 있게 된다.

이 게임의 콘트롤 패들은 볼륨 1개뿐이지만,

이것이 바로 실물 오오토바이의 드로틀과 꼭 같은 작용을 하기 때문에 다종 다양한 콘트롤을 할 수 있다.

그럼 각 게임에 대하여 간단히 설명해 두자.

① 타임아웃 게임

〔그림 1〕의 래리 런 게임에서 장해물이 없는 게임이다.

몇대의 버스를 따라 잡을 수 있는가가 스코어가 된다.

트라이얼은 프로 모우드로 3회, 아마튜어 모우드로 7회이다.

② 모우터 점프

똑 같은 〔그림 1〕의 장해물 레이스로서, 장해물이 없는 게임이다.

즉, 평지를 얼마나 빨리 주파할 수 있는가를 경쟁하는 게임이다.

③ 장해물 레이스

타임 아웃 게임에 장해물이 가해진 것으로서, 이 장해물을 잘 넘지 않으면 굴러 떨어지게 되어 다시 해야 한다. 드로틀을 잘 콘트롤하기 바란다.

④ 래리 런

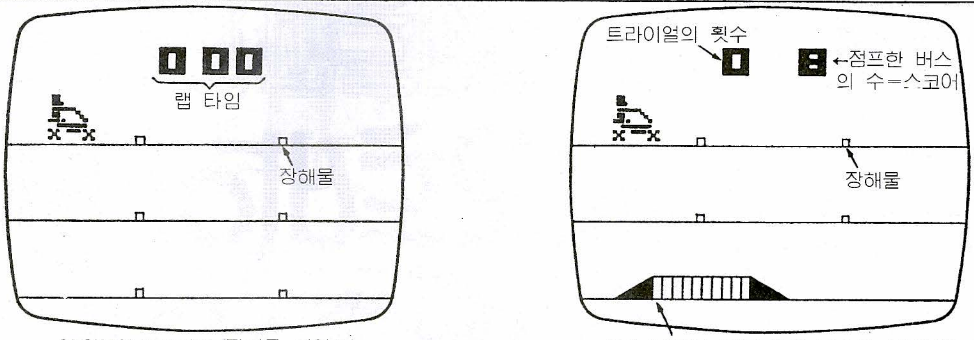
이상의 게임을 모두 믹스한 것과 같은 게임으로서, 장해물이 있고 버스가 있어 가장 어렵지만 또한 가장 재미있는 게임이다.

◈ 회로에 대하여

사용하는 LSI는 GI사의 **AY-3-8765**와 **AY-3-8615**이다.

회로도는 〔그림 2〕와 같이 매우 간단하다.

얼마 전까지만 해도 TV 게임이라 하면 적어도 LSI의 주변에는 10개 이상의 트랜지스터류



OBSTACLE RACE (장해물 레이스)
(PRO MODE) (프로모우드)

RALLY RUN (랠리 런)
(PRO MODE) (프로모우드)

〔그림 1〕 장해물 레이스와 랠리 런

가 필요했다.

◈ 제 작 법

부품은 부품표를 보고 수집하는데, 키트로 된 것을 구입할 수 있으면 거기에 작은 부품과 케이스류만 사서 보태면 된다.

최근의 LSI는 그 회로도 내장해 버려 필요한 부품이 적어졌다.

단 2개의 LSI로 저 복잡한 비데오 신호를 만들어 내고 있으니 놀라운 일이다.

빠진 부품이 없는지 확인한 후 제작에 들어가기로 한다.

먼저 기판의 부품 고정부터 시작하자. 그럼 다음과 같은 차례로 고정시켜 간다. (이것을 지키지 않으면 나중에 부품을 붙일 수 없게 되는 경우도 있다!)

① 점퍼선을 붙인다

부품면에 빗금이 그어져 있는 부분인데, 될 수 있는대로 가는 선으로 접속한다. 그렇지 않으면 LSI의 소켓이 들어가지 않게 된다.

3군데에 있으므로 주의한다.

② 저항, 콘덴서 등을 고정시킨다

케미콘이나 탄탈 등에는 극성이 있으므로 주의하기 바란다.

그리고 **7806** 곁의 0.1μF 콘덴서 2개는 탄탈인 경우가 있다

③ 트랜지스터, 수정, 레귤레이터의 고정

트랜지스터와 레귤레이터의 고정은 〔**그림 3**〕을 참고한다.

수정에는 극성이 없으므로 방향은 어떻게 해도 상관 없다.

④ 트리머, 반고정 저항의 고정

틀린 방향으로는 고정할 수 없게 되어 있기 때문에 염려 없을 줄 알지만 일단 주의하도록.

⑤ LSI와 C-MOS의 IC 소켓 고정

소켓은 방향이 있으므로 부품면의 그림과 같은 방향으로 고정시킨다.

C-MOS의 소켓은 반드시 사서 붙여야 한다.

이상으로 기판의 부품 고정은 끝나게 되는데, 납땜은 다리가 28개나 있는 LSI가 2개나 있으므로 브리지나 불량 납땜 등이 없도록 주의한다.

기판이 완성되었으면 다음에는 RF모듈레이터의 키트를 조립한다.

이 키트는 부품도 적고, 별로 어려운 곳이 없기 때문에 일일이 설명은 하지 않겠는데, 패턴에 한군데 접속을 빠뜨린 곳이 있으므로 주의 하기 바란다(자세히는 RF 모듈레이터 키트의 설명서에 쓰여 있다).

또 이 기판에는 고정구멍이 없다. T_1 부근에 구멍을 낼만한 장소가 있으므로 3.2φ의 고정구멍을 뚫도록 한다. 패턴을 잘라 버리지 않도록 거듭 주의하기 바란다.

◈ 케이스의 가공

케이스의 가공에 대해서는 〔**그림 4**〕를 보자.

구멍을 잘 뚫은 다음 괴깔(구멍의 가장자리가 꺼칫해져 있는 것)이 있어도 예사로 내버려 두는 사람이 있는데, 세트의 안정성이라든가 코오드의 보호면에서 괴깔은 반드시 줄이나 사포로 매끈하게 다듬어 두는 것이 좋다.

스피이커의 고정은 둥근 러그를 가공하여 나사로 고정시켰다. 그것이 귀찮으면 본드로 붙여도 된다(물론 다시는 뗄 수 없게 되지만).

또 한가지 잊어서 안될 것은 패들용의 케이스인데, 내구성을 고려하여 검은 색의 모울드+알루미늄 밑판이 있는 작은 케이스를 사용했다. 구멍뚫기는 마음대로 해도 된다.

또 거기에 맞추어 손잡이도 크고 손에 잘 잡

히는 것을 사용하면 된다.

패들의 배선에 대해서는 실체도를 보자.

◈ 조 립

이상이 끝났으면 이제 전체를 조립한다.

먼저 스위치류와 고무 부시 등을 고정시키고 미리 선을 꺼내 둔다.

다음에 전원 주위의 배선을 한다. 브리지 다이오우드 주변은 상당히 좁으므로 주의하자.

전원부가 만들어졌으면 퓨우즈(1A)를 넣고, 정류출력이 10~12V 정도 나와 있는지 점검한다(또 이 점검 다음에 케미콘[1000μF/16V]의 양끝을 100Ω 정도의 저항으로 단락하고 1분간쯤 그대로 둔다. 이유는 케미콘에 전하가 남아 있기 때문이다. 그런 다음 계속해서 기판의 배선을 하면 LSI, C-MOS 등이 못쓰게 되는 수가 있기 때문이다).

다음에 기판을 케이스에 고정시키고 스위치의 배선과 기판간의 배선을 한다.(실체도를 보자!)

본체의 기판과 RF 모듈레이터와의 배선은 반드시 동축 케이블을 사용하기 바란다. 시일드선은 안된다. 동축 케이블도 좋은 것을 택하지 않으면 감쇠가 커서 트러블의 원인이 되므로 주의할 필요가 있다.

이상의 배선이 끝나면 점검해 보기 바란다.

◈ 점검과 조정

자, 그럼 드디어 전원을 넣어 보자.

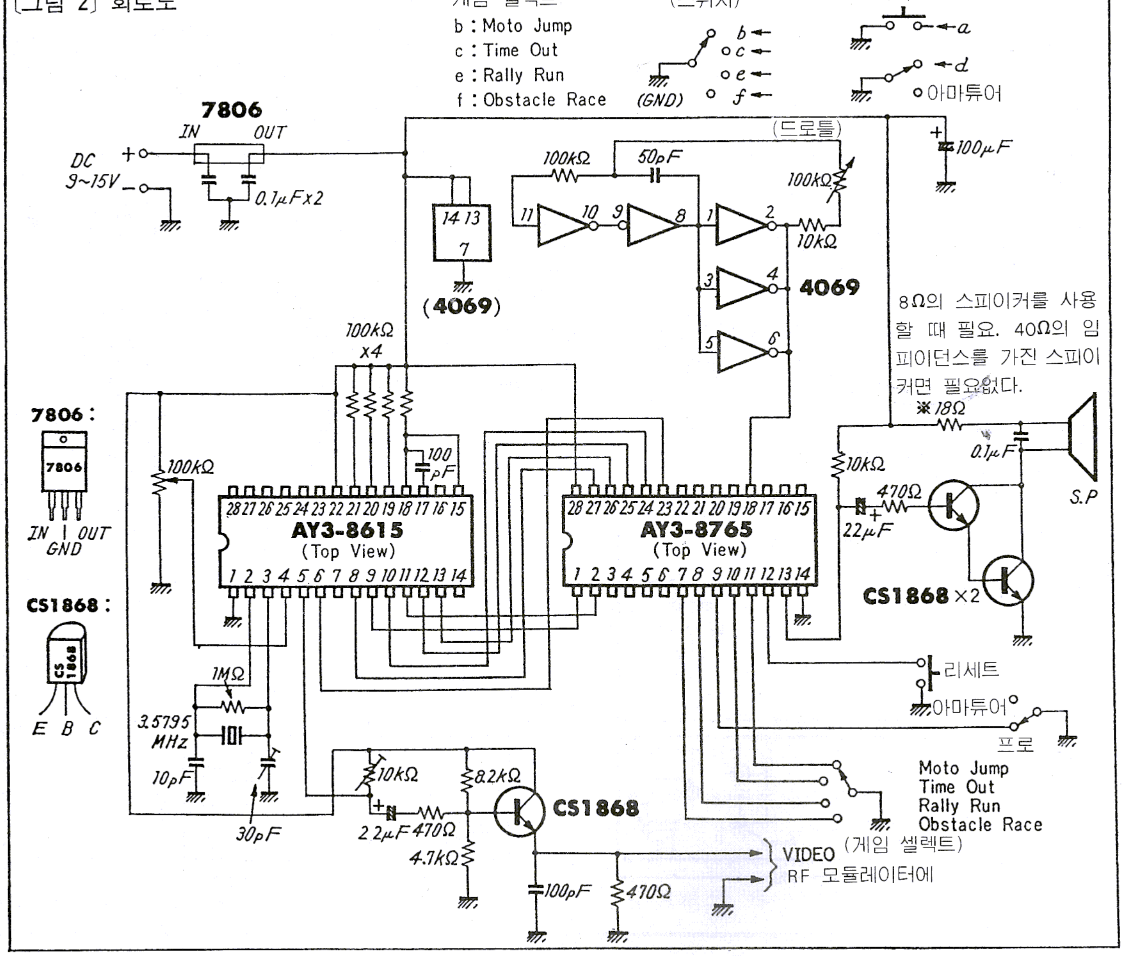
먼저 LSI, C-MOS를 소켓에 넣지 않고 전원을 넣은 후 LED가 점화되는지를 확인한다.

만일 켜지지 않으면 잘못된 배선이므로 전원을 끊고 점검한다.

다음에 C-MOS(**4069**)의 14핀, **AY-3-8615**의 22핀, **AY-3-8765**의 28핀에 각각 6V 정도 나와 있는지 테스터로 점검해 본다.

여기서 일단 전원을 끊고 LSI나 C-MOS 등을 소켓에 넣는다. 방향에 주의하면서 반대로 꽂으면 순식간에 파손되어 버린다.

〔그림 2〕 회로도



이제 전원을 넣는다. 그 때 넣자마자 마이크와 같은 소리가 나는 경우가 있는데, 염려 말고 리세트 버튼을 누른다(사실 이 소리가 나면 90% 정도는 완성된 것과 같다).

다음에는 TV에 접속하는데, 반드시 안테나를 떼고 접속하도록 한다(RF 모듈레이터의 출력이 크기 때문에 반대로 안테나선에서 전파가 나와 버린다. 그러다가는 전파관리법에 저촉된다!!).

다음에는 조정 드라이버 등으로 RF 모듈레이터의 트리머를 돌려 화면이 잘 나오게 한다. 화면이 나오면 본체 기판의 트리머를 돌려 수직이 흐르지 않도록 한다. 이것을 돌리면 색깔도 변하지만 다음의 조정으로 색을 자유로이 바꿀 수 있으므로 괜찮다.

그 다음에 100kΩ의 반고정 저항을 돌려 색깔을 정한다. 필자는 바탕색을 푸른색으로 했다.

또 하나의 반고정저항은 비데오신호의 크기를 정하고 있기 때문에 화면이 가장 잘 나오도록 돌리기 바란다.

이것으로 화면에 관한 부분은 모두 조정이 되었다. 다음에는 드로틀을 돌려 바이크의 소리(배기 잡음)가 나면 모든 조정은 끝난다.

만일 소리가 나지 않으면 C-MOS(**4069**)의 주변 회로가 이상한 것이므로 다시 점검한다.

◈ 그래도 잘 작동하지 않을 경우

지금까지의 점검을 통해서도 동작하지 않을 경우에는 어떻게 해야 할까?

당황하여 서둘면 더욱 더 알 수 없게 되고 나중에는 싫증이 나서 그만 두고 싶어지므로 우선 마음을 가라앉히고 진정한다. 그리고 나서 차분히 점검해 보는 것이다.

대개의 경우 이상하다고 생각한 부분의 배선이 잘못되었을 것이다.

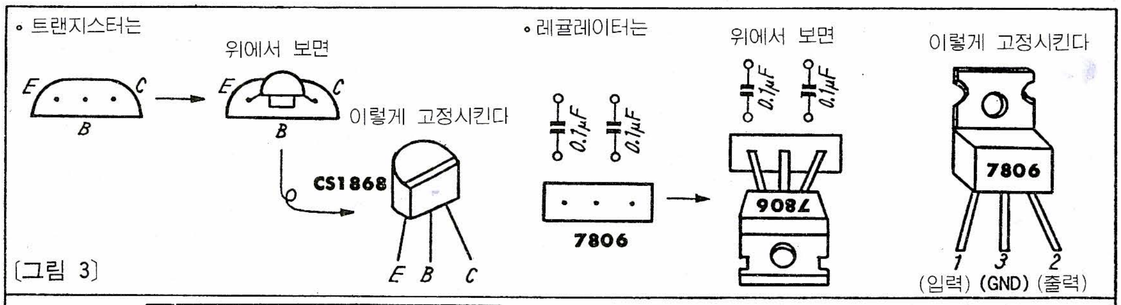
먼저 드로틀을 돌려서 소리가 나면 본체쪽이 움직이므로 화면이 나오지 않으면 RF 모듈레이터에 문제가 있다.

RF 모듈레이터에 문제가 있을 경우는, 본체 기판과의 선을 떼고 TV에 접속하여 조정 때와 같이 트리머를 움직인다.

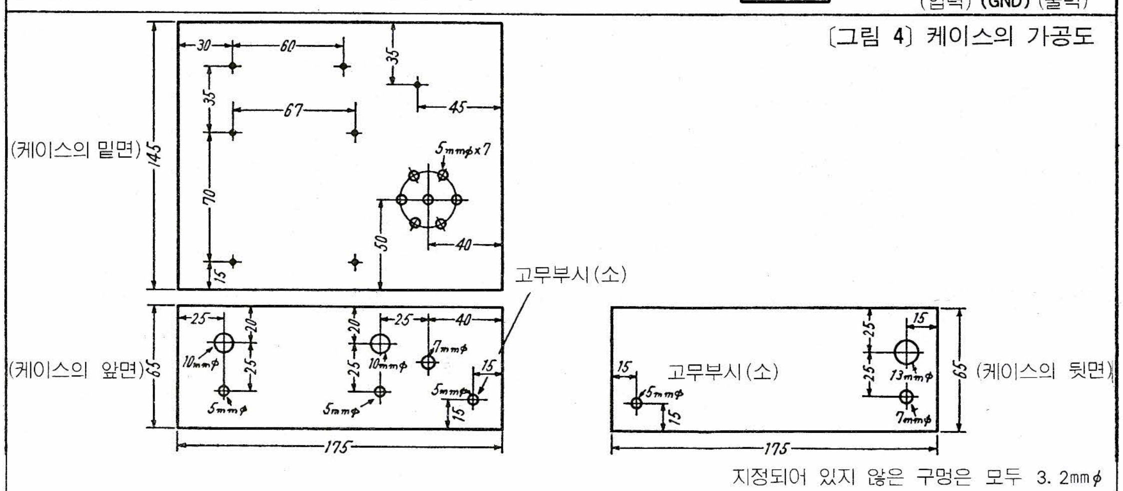
그럴 때 RF 모듈레이터가 움직이고 있으면 어떤 점에서 화면이 뿌옇게 되고 잡음소리가 작아질 것이다(동조가 취해지기 때문이다).

만일 360° 돌려도 안되면 틀림없이 부품의 고정이 잘못되어 있는 것이다

이런 종류의 TV 게임은 동작하지 않을 경우, 그 원인의 대부분이 RF 모듈레이터에 있으므로 만들 때도 주의하기 바란다.



〔그림 3〕

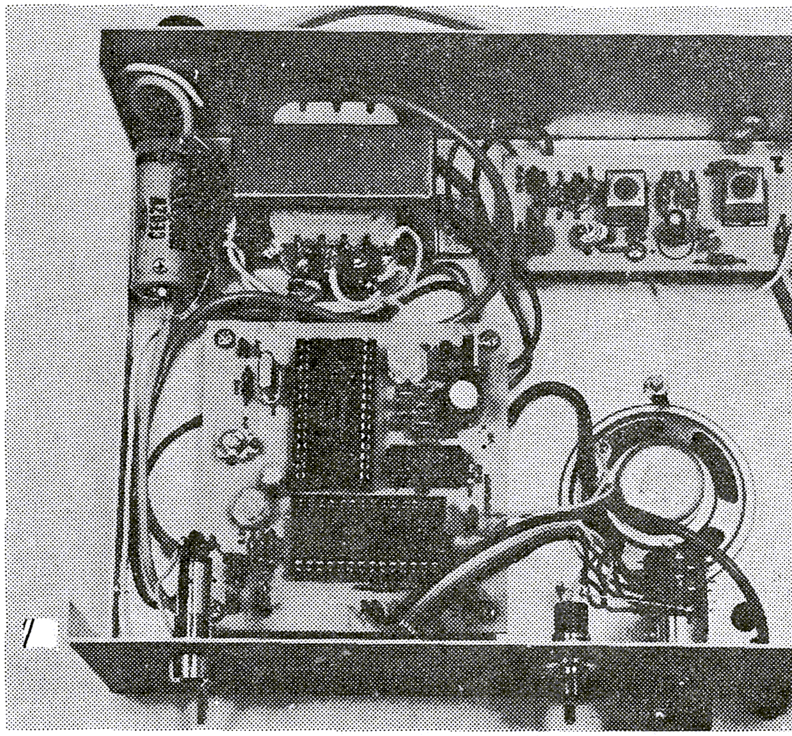


〔그림 4〕 케이스의 가공도

다음에 화면은 나오지만 색깔이 없고, 화상이 불안정한 경우, **AY-3-8615**가 초기화되어 있지 않은 경우가 있다. 이것은 비데오 신호에 컬러 버어스트라는 신호가 실려 있는 것인데, 어떤 이유로 해서 이것이 없어져 버리는 경우가 있다(전원 투입 때).

실은 필자의 세트가 그랬는데, 이것은 **AY-3-8615**의 18핀과 17핀 사이에 100pF 정도의 콘덴서를 넣어 주자, 전원 투입 때 펄스가 들어 가서 초기화가 잘 되고 있는 것 같았다.

또 소리도 나지 않을 경우는 한번 더 본체 기판의 점검부터 해 보기 바란다. 별것이 아닌 실수로 동작하지 않는 경우가 많기 때문이다.



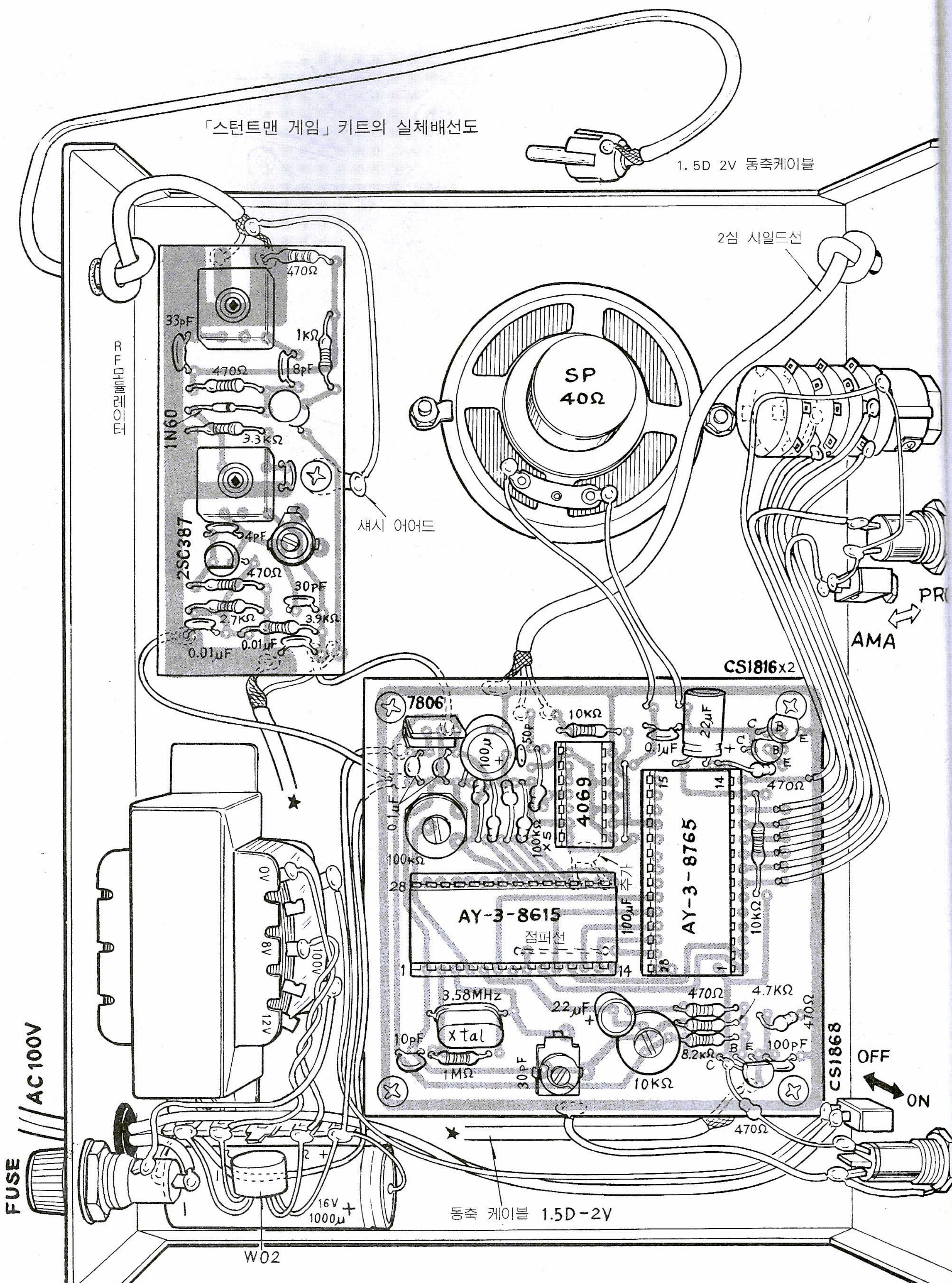
부 품 표

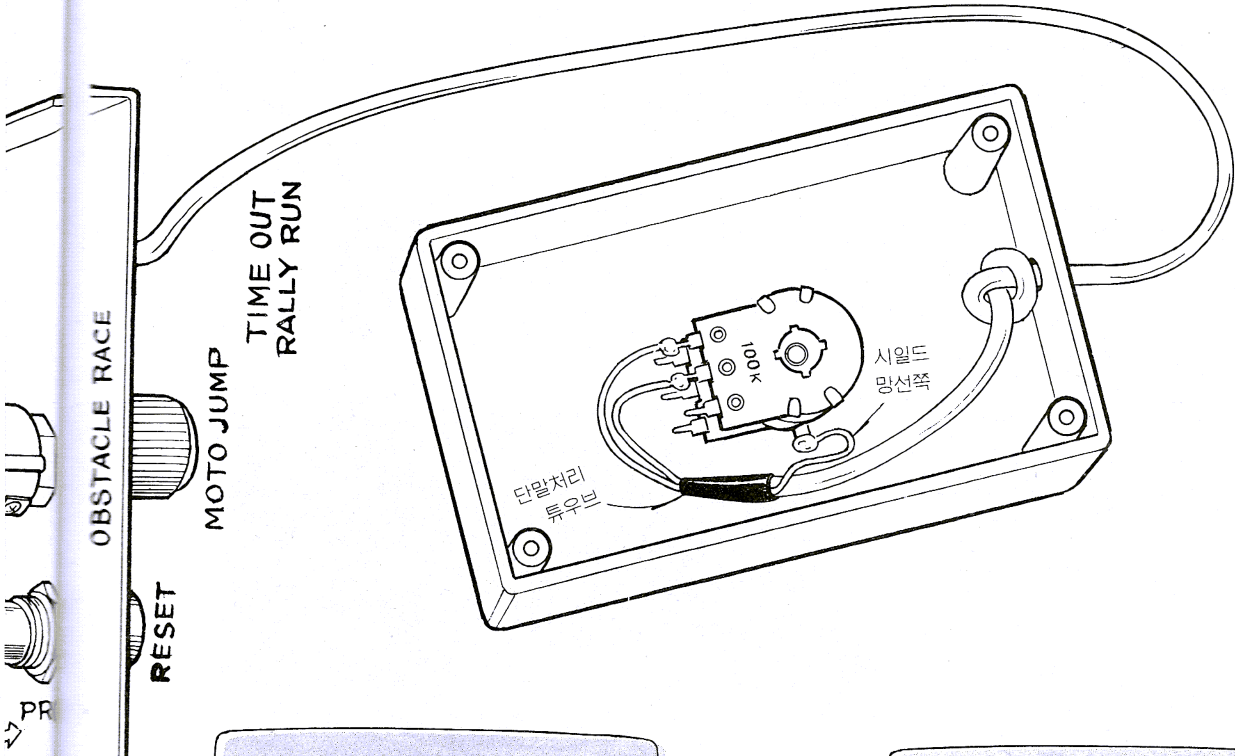
※키트를 구입할 수 있을 경우, 다음과 같은 것이 그 키트에 포함되어 있다.

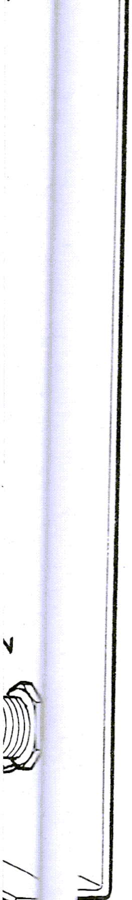
IC **AY-3-8615**, **AY-3-8765**··········각 1
4069(C-MOS)··························· 1
크리스털 3.5795MHz··························· 1
3단자 레귤레이터 **7806**························ 1
트랜지스터 **CS1868**··························· 3
실리콘 브리지 **W02** ··························· 1
스피이커 40Ω(또는 8Ω)··························· 1
100kΩ 볼륨(패들용)··························· 1
로우터리 스위치(게임 전환용)··················· 1
28P IC 소켓··································· 2
저항 18Ω, 4.7kΩ, 8.2kΩ, 1MΩ ··········각 1
470Ω, 10kΩ································각 3
100kΩ······································· 5
콘덴서 10pF, 50pF, 100pF, 0.01μF ··· 각 1
0.1μF·································· 2
탄탈 콘덴서
10μF, 22μF, 100μF, 1000μF/6.3V·각 1
(전원부에 사용)

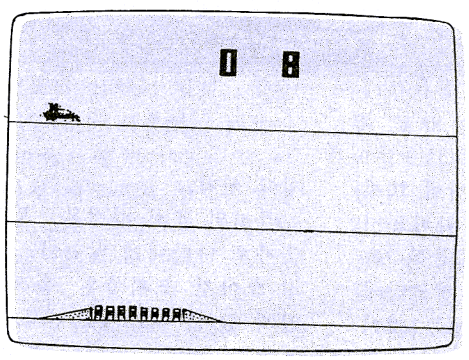
반고정저항 10kΩ, 47kΩ·························각 1
트리머 50pF································· 1
저항값이나 용량 등은 다소 다른 수도 있다.
※추가부품(자신이 구할 것)
14P IC 소켓································· 1
6V LED····································· 1
저항 510Ω(LED용)···························· 1
콘덴서 100pF(조정용) ························ 1
토글스위치···································· 2
(전원 및 AM/PRO 전환)
동축 케이블(1.5 D-2V) ························2 m
2심 시일드선··································1 m
패들용 케이스································· 1
스페이서······································ 5
푸시스위치(리세트용)··························· 1
퓨우즈 호울더································· 1
로우터리 스위치 손잡이························· 1
패들용 손잡이································· 1
4P 러그 단자································· 1
전원 트랜스, 케이스 기타 선재

「스턴트맨 게임」 키트의 실체배선도

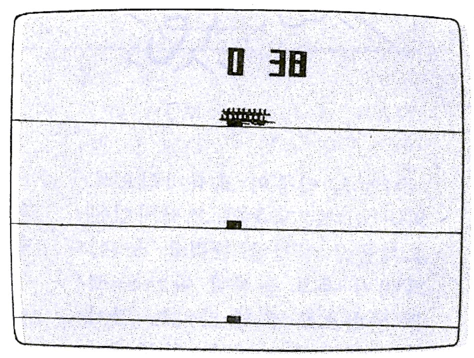




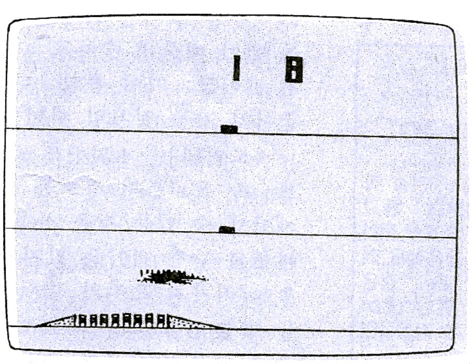




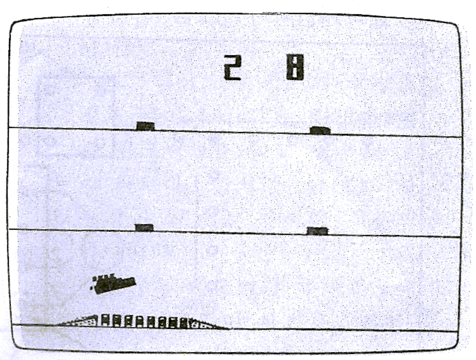
↑「AUTO JUMP」 게임. 드로틀을 올리면 바이크가 움직이기 시작하고 밑에 있는 받침대를 잘 뛰어 넘는 게임.



↑「RALLY RUN」 게임. 중앙에 장해물이 3개 나타난다. 그대로 나가면 충돌.! 장해물 바로 앞에서 드로틀을 열고 앞바퀴를 위로 들고(윌리) 지나간다.

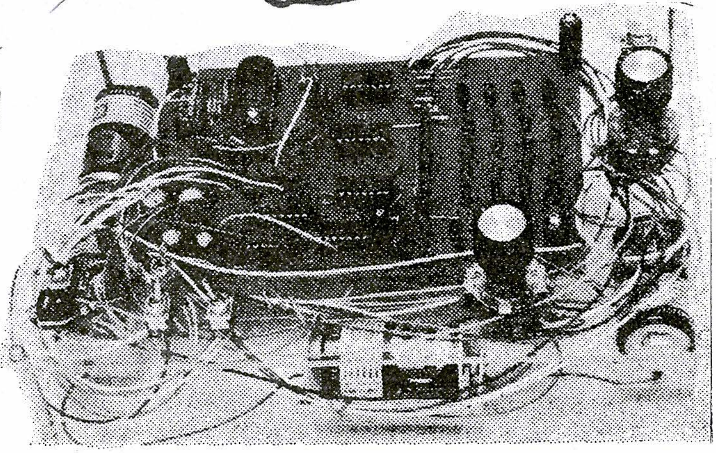


↑「OBSTACLE RACE」 게임. 위의 게임을 조합한 것. 속도를 조절하기가 어렵다(뛰어 넘고 있는 중).

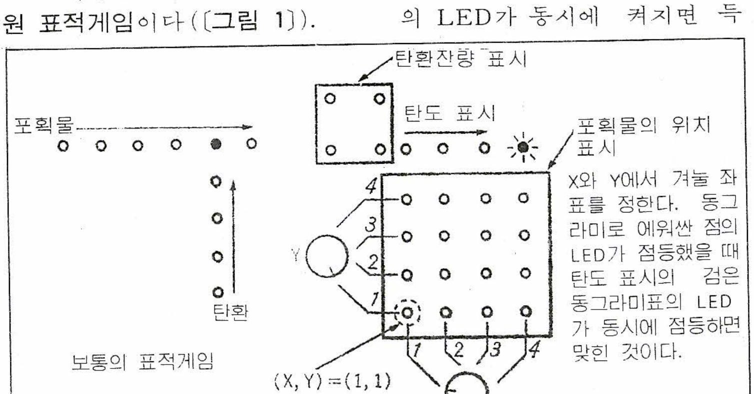


↑「OBSTACEL RACE」 게임을 프로쪽으로 전환시키면 장해물이 4개로 불어난다.

탄환은 15발!! 표적게임의 제작법



이것은 일종의 표적게임으로 되어 있다. 보통의 표적게임은 포획물이 일정한 간격을 두고, 좌에서 우로 움직여 나가는 것을 탄환으로 쏘아 맞히는 것이다. 검은 동그라미 부분에서 포획물과 탄환이 맞부딪히면 득점이 되지만, 이것을 2차원으로 확장한 것이 이번의 **2차원 표적게임**이다([그림 1]).



[그림 1] 2차원 표적게임

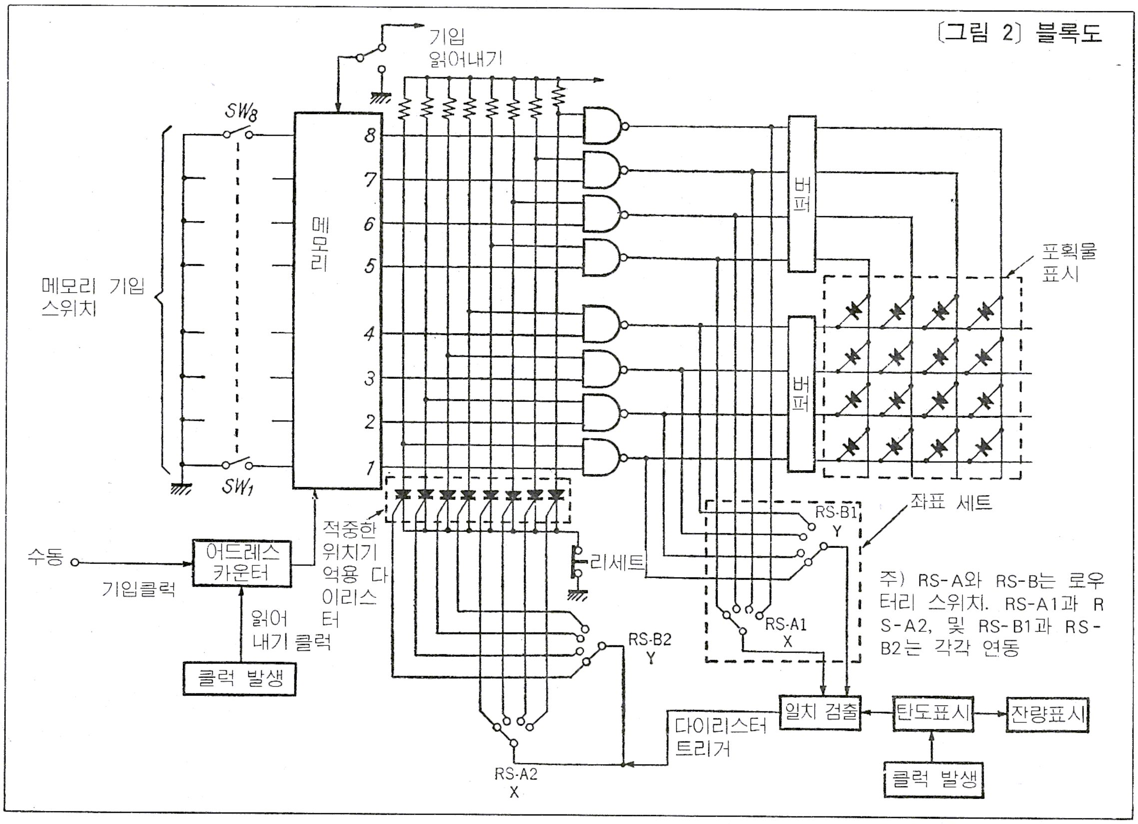
가로와 세로로 4개씩 16개의 LED로 포획물의 위치표시를 한다. 그리고 포획물의 움직이는 방식을 미리 메모리에 세트해 두고 이것을 쏘는 것이다. 로우터리스위치로 겨누는 장소의 좌표를 세트해 두고 탄환을 발사한다. 검은 동그라미의 LED와 좌표를 세트한 위치의 LED가 동시에 켜지면 득점이 된다.

득점의 표시 방법은 특별히 숫자로 나타내지 않는다. 그 대신 쏘아진 포획물은 움직이지 않게 했다. 즉, 맞으면 LED가 계속 점등하게 된다. 결국 점멸하는 LED가 하나도 없게 되면 승리하는 것이다.

탄환의 잔량표시는 2진으로 15발분을 표시한다. 배치 연구를 했기 때문에 숫자로 나타나지 않아도, 마치 총의 탄환이 줄어져 가는 것처럼 재미있다.

메모리에는 4워어드 × 8비트, 즉 8비트의 정보를 4종류 기억할 수 있는 것을 사용했기 때문에 약간 제약은 있지만 매우 여러가지 표적의 출현 패턴을 만들 수 있다. 또 배선을 한 군데 바꾸기만 하면 매우 재미있는 게임으로 바꿀 수도 있다.

재료비는 최소한으로 줄였으



〔그림 2〕 블록도

며, 메모리 이외는 쉽게 구할 수 있는 IC를 사용했기 때문에 한번 만들어 볼만하다. 또 이 게임에서 메모리의 사용방법을 익혀 스스로 여러가지 응용 방법을 생각하기 바란다.

■ 원 리

전체의 블록도가 〔그림 2〕에 나와 있다.

먼저 메모리에 4종류의 상태를 써넣는 것부터 시작한다. 써넣는다고 하지만, 펜으로 쓰는 것은 아니다. 기입 스위치로 0V인가, +5V인가를 정한 다음, 메모리를 **기입상태**로 하면 메모리 속에 그 때의 기입 스위치의 상태(0V나 5V)가 기억된다.

〔그림 3〕을 보자. 메모리의 기입이나 읽어내기는 이 그림에 표시되어 있는 **워어드**를 단위로 하여 행해진다.

여기에 0V나, 5V, 즉 0(0V를 말한다)인가, 1(5V를 말한다)인가를 기억시켜 두면 전원을 끊지 않는 한, 언제까지나 기입스위치의 상태를 기억하고 있다. 그리고 메모리를 **읽어내기**로 하여 워어드의 장소를 지정하면 거기에 쓰여 있는 8비트분의 정보가 나온다.

이와 같이 읽어내기나 기입(써 넣기)을 하는 워어드의 위치를 **어드레스**라 한다. 이번에 사용한 메모리에서는 1~4의 4개의 어드레스를 지정할 필요가 있음을 알 수 있다.

또, 어드레스의 지정은 2진으로 한다. 메모리의 A_0와 A_1을 〔그림 3〕(b)와 같이 지정하면 각 어드레스가 결정된다. 0과 1이라는 것은 이 단자에 0V나 5V를 가한다는 것이다.

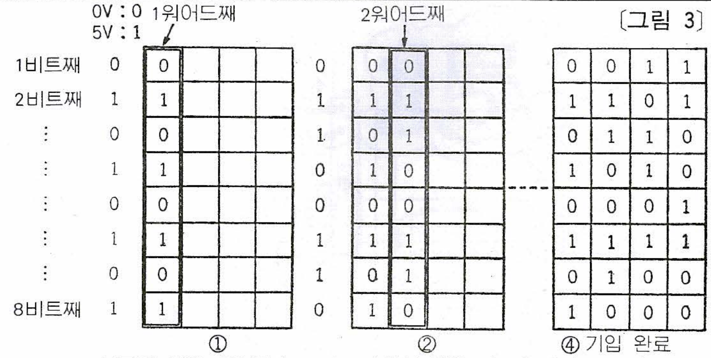
메모리에는 이 밖에도 여러가지가 있다. 한번 써 넣으면, 전원을 끊어도 내용이 지워지지 않는 메모리(**ROM** : 롬이라 한다)나 그것을 다시 분류한 EP-ROM(소거할 수 있는 롬) 등이 있다.

또 ROM에 대하여 RAM(램)이 있다. 이것은 같은 메모리라도 자유롭고, 간단하게 데이터를 써넣을 수 있는 메모리이다. ROM은 Read Only Memory를 말하는 것으로, 써넣기를 할 수 없는(제조과정에서 0, 1은 기입되어 있다) 읽어내기 전용의 메모리이다. 한편, RAM은 Random Access Memory를 말하고, 일반적으로 데이터를 넣어 두는 것이 RAM이다.

또, 워어드나 비트의 구성도 실로 여러가지이다. **라모**나 다른 참고서들을 읽고 공부해 보기 바란다. 마이컴 안에는 반드시 들어 있는 중요한 부품의 하나이다.

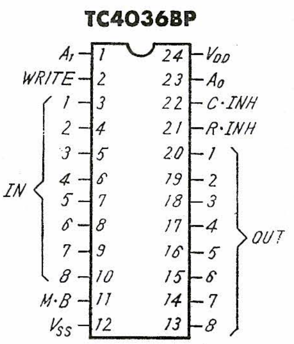
다음은 메모리의 주변회로에 대하여 좀 알아 보기로 하자. 워어드의 어드레스를 지정하기 위한 2진의 2비트 카운터에는 T-플립플롭(줄여서 T-FF)

〔그림 3〕



세로의 줄을 워어드(Word), 가로의 행을 비트(bit)라고 한다.
이 메모리는 4워어드×8비트=32비트의 용량을 가졌다.
워어드의 위치를 지정한 다음 기입이나 읽어내기를 한다.

(a) 메모리의 동작



A_1, A_0 : 어드레스
WRITE : H 기입
L 읽어내기

C·INH, R·INH, M·B : 조합함으로써 여러가지 동작 모우드가 되지만, 여기서는 모두 L로 하고, WRITE만 콘트롤로 했다.

V_{DD} : +쪽 전원(+5V)
V_{SS} : 그라운드(0V)

A_1	A_0	어드레스
0	0	1
0	1	2
1	0	3
1	1	④

8비트를 4종류 메모리할 수 있다!

이 메모리는 RAM(램)이라는 종류에 속해 있다.
전원을 끊으면 기입한 내용은 소거되어 버린다!

(b) 메모리 TC4036BP의 규격

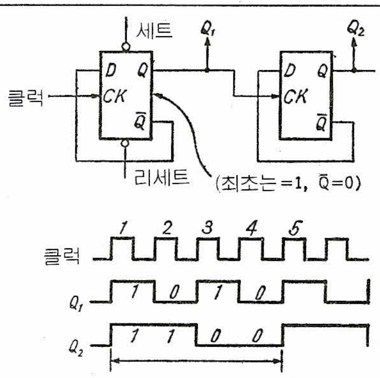
을 사용한다〔그림 4〕. T-FF의 IC는 없기 때문에 D-FF 라는 플립 플롭을 T-FF으로 변환하여 사용한다.

플립 플롭은 시간적인 변화가 있기 때문에 처음에는 알기 어렵지만, 책을 보면서 실제로 움직여 보면 곧 이해할 수 있다. 어떤 컴퓨우터도 결국 플립 플롭으로 되어 있기 때문에 이것을 이해하는 것은 매우 중요하다.

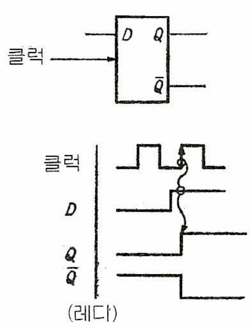
플레이 때, 즉 메모리를 읽어낼 때는 이 카운터가 자동적으로 카운트하도록 클럭을 주지만, 메모리 세트(써넣기) 때에는 멋대로 어드레스가 변해서는 곤란하기 때문에, 수동으로 카운터를 움직인다. 다행히 여기에 사용한 FF에는 세트 리세트 단자가 나와 있기 때문에 스위치를 붙이기만 하면, 수동 카운트가 된다.

이와 같이 하여 메모리에 기억된 정보를 사용하여 LED를 점등시키려면 어떻게 하는가를 설명한다. 〔그림 5〕를 보자. 트랜지스터는 베이스가 0(0V)에서 OFF, 1(+5V)에서 ON한다. 이 트랜지스터를 스위치라고 보면, 메모리의 정보로 스위치를 넣었다 끊었다 하여 LED를 콘트롤할 수 있다는 것을 알 수 있다.

메모리의 1~4 및 5~8의 정보와 LED의 점등 상태를 표로 그린 것이 〔그림 6〕이다. 유감스럽게도 자벌레의 패턴을 낼 수는 없다. 8비트의 정보로는 16비트의 정보를 커버할 수는

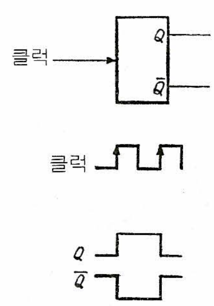


CK	Q_2	Q_1
1	1	1
2	1	0
3	0	1
4	0	0



(레디)

D단자에 들어오는 1 또는 0의 정보가 클럭 상승 때 Q출력에 나온다. $\bar{Q}$출력은 Q출력의 인버어트한 1또는 0출력!



(트리거)

클럭의 상승에 맞추어 출력이 반전한다!

〔그림 4〕 T-FF와 D-FF의 동작

없다. 즉, 메모리에는 임의의 LED를 점등시키는 정보는 들어 있지만, 동시에 임의의 LED를 소등하는 정보는 들어가지 않는다.

또 실제 회로에서는 NAND 게이트를 통하는 관계로 메모리의 0으로 LED 점등, 메모리의 1로 LED 소등이 된다.

그럼 다음에는 총과 포획물이 움직이지 않게 되는 회로에 대하여 설명한다. 탄도 표시는 D-FF를 4개 사용한 4비트의 시프트 레지스터와 그것을 사용한다.

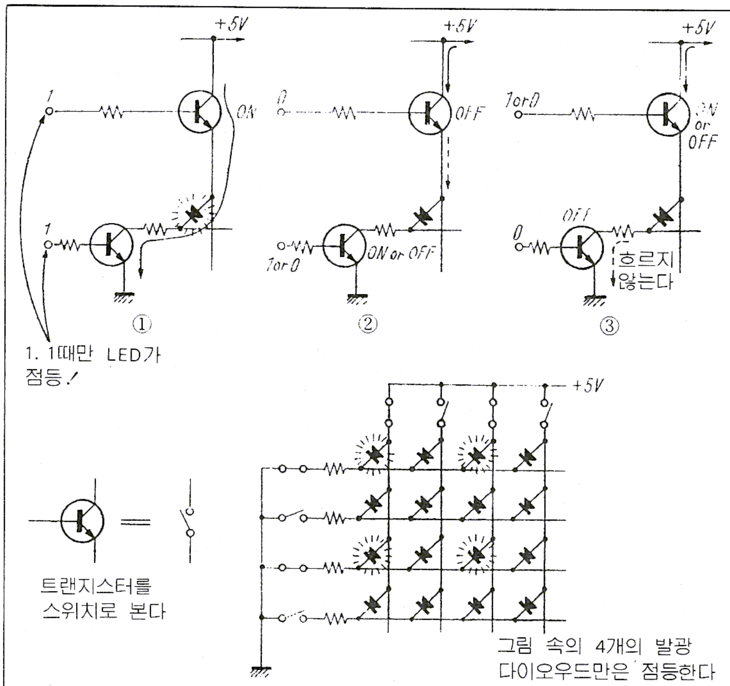
〔그림 7〕을 보자. 이 시프트 레지스터는 보통 D_1의 0이 계속 시프트되고 있기 때문에 LED는 소등된 그대로이다. 그러나 프리세트 단자를 0으로 하면 Q_1이 1에 프리세트되기 때문에 1이 차례로 넘겨진다.

또 프리세트 단자에는 발사 버튼을 누른채로 했을 경우에도 탄환이 1발 밖에 발사되지 않도록 시간상수회로를 넣어 두었다. 또 이 시간상수회로를 위하여 한번 발사 버튼을 누르면 잠깐 동안 발사 버튼을 눌러도 탄환을 쏠 수 없는 상태가 생긴다. 초조하여 계속 버튼을 눌러도 탄환은 나가지 않게 되어 있는 것이다.

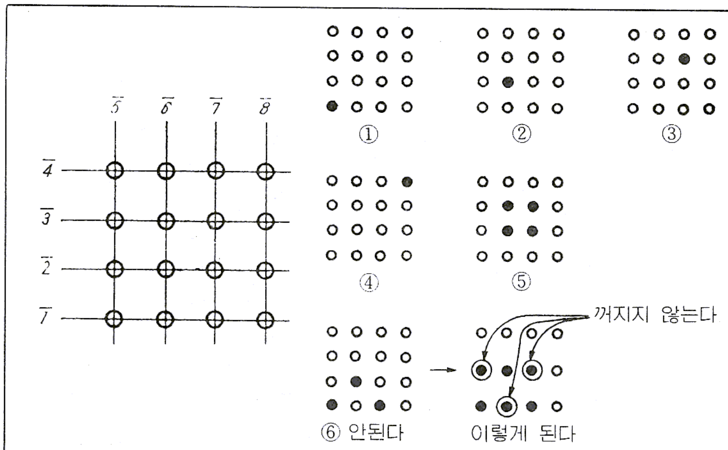
잔량표시는 일반적인 16진의 카운터이다. 다만 LED의 배치에 연구를 했기 때문에 상당히 재미있는 표시를 한다. 이것은 만든 사람 밖에 알 수 없기 때문에 이 총 부분만이라도 다른 것에서 응용하는 것을 생각해 보기 바란다.

다음에는 포획물이 움직이지 않게 되는 회로이다. … 움직이지 않게 된다고 해도 리세트를 걸면 활발히 움직이기 시작한다. 포획물은 잠깐 쉬고 있는 상태라고 생각하면 된다.

총에서 나온 탄환의 최후 위치(〔그림 7〕의 Q_4)에 접속되어 있는 LED가 점등했을 때, 좌표를 정한 위치에 포획물이 있으면 일치회로에서 펄스가 하나 나온다. 이 일치회로는 간



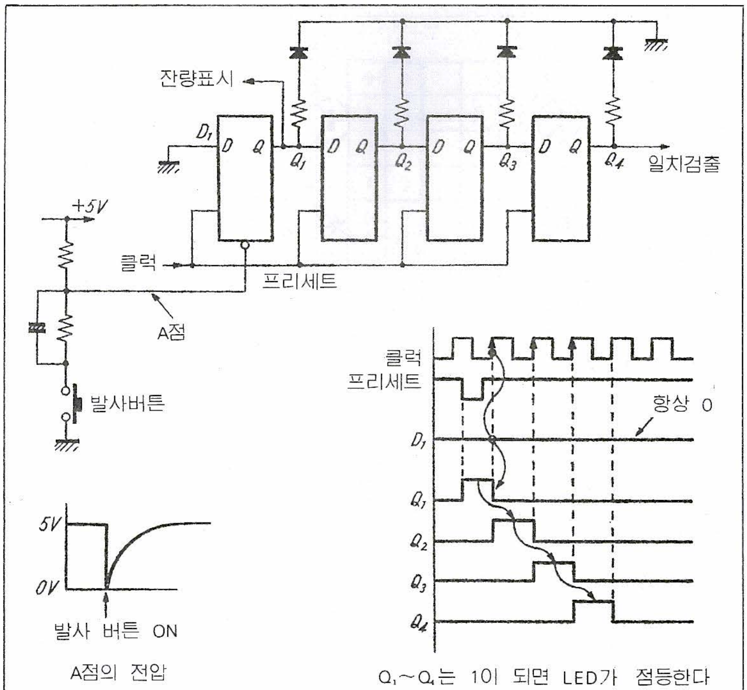
〔그림 5〕 LED의 점등방법



$\bar{1}$	$\bar{2}$	$\bar{3}$	$\bar{4}$	$\bar{5}$	$\bar{6}$	$\bar{7}$	$\bar{8}$	점등상태
1	0	0	0	1	0	0	0	①
0	1	0	0	0	1	0	0	②
0	0	1	0	0	0	1	0	③
0	0	0	1	0	0	0	1	④
0	1	1	0	0	1	1	0	⑤
1	1	0	0	1	1	1	0	⑥

주) NAND 게이트를 통하기 때문에 실제로는 0과 1이 반대로 된다. 숫자의 위의 ⁻는 논리적인 부정의 의미.

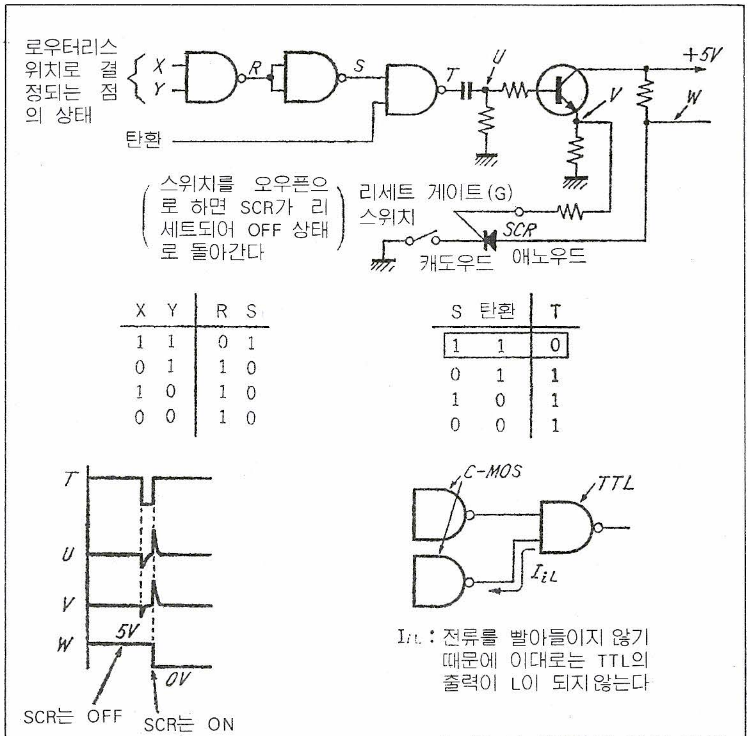
〔그림 6〕 LED의 점등 패턴



〔그림 7〕 총의 LED의 점등

단하기 때문에 특별히 다른 설명은 하지 않지만, 주의해야 할 것은 이 IC에는 C-MOS를 사용하지 않으면 안된다는 점이다.

왜냐 하면 다음에 설명하는 다이리스터와의 NAND 회로에서 C-MOS를 사용했기 때문에 TTL을 접속하면 전류를 흡



X	Y	R	S
1	1	0	1
0	1	1	0
1	0	1	0
0	0	1	0

S	탄환	T
1	1	0
0	1	1
1	0	1
0	0	1

〔그림 8〕 SCR에 의한 기억

입하지 않기 때문에 L을 판정할 수 없게 된다. C-MOS 끼리로 해 두면 레벨 시프트나 풀 다운은 필요가 없다.

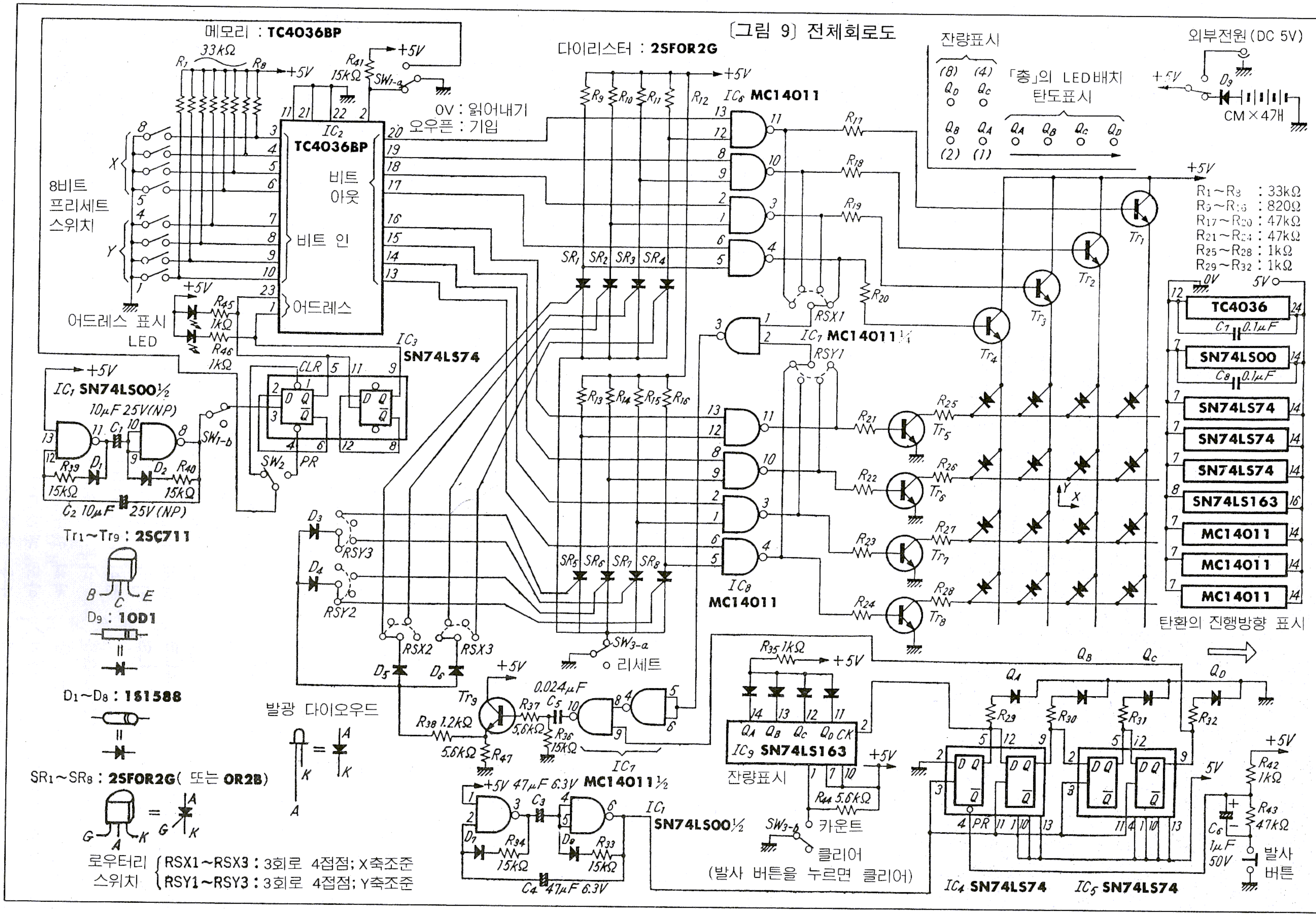
또 이 일치검출의 회로에서 게이트를 1개 취할 수도 있지만, 방법은 생각해 보기 바란다. 1패키지에 4개 들어 있기 때문에 사용하지 않는 게이트가 2개로 될 뿐이지만….

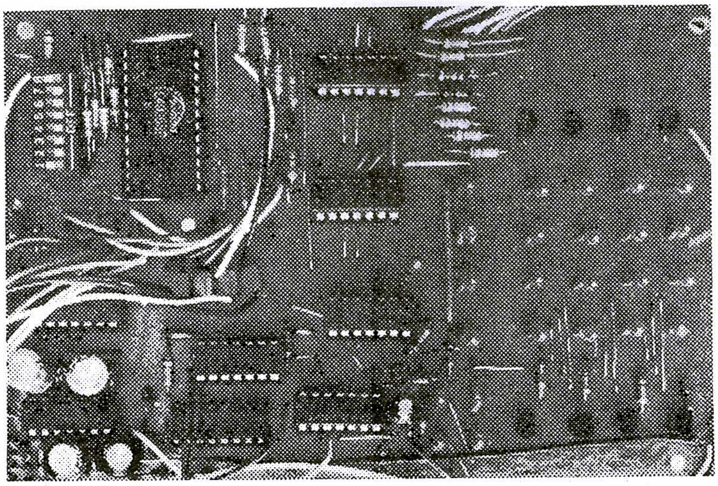
〔그림 8〕의 V에서 나온 펄스는 다이리스터의 게이트를 트리거한다. 다이리스터라는 것은 이미 낯설지 않은 소자라고 생각되지만, 간단히 설명하면 OFF→ON으로 변화하는 것뿐인 스위치라고 생각하면 된다. 게이트를 한번 트리거하면 애노우드 캐도우드 사이가 도통한 상태로 된다. 이것을 다시 OFF로 하려면 전원을 끊거나 마이너스의 전원을 가하는 수 밖에 없다.

여기서 한번 더 블록도를 보자. 좌표 세트의 로우터리 스위치와 다이리스터의 트리거용의 로우터리 스위치는 연동하고 있다. 좌표가 세트되는 동시에 다이리스터도 선택되고, 탄환이 닿으면 다이리스터가 트리거되기 때문에, 겨누었던 장소의 LED가 켜진채로 되는 것이다.

이 다이리스터도 일종의 메모리의 역할을 하고 있다. 플립플롭을 사용해도 같은 동작을 하게 할 수 있지만, 다이리스터를 사용하면 간단하다.

이 트리거 회로에는 약간의 연구가 되어 있다. 전체회로도 〔그림 9〕를 보면 트리거 단자에 다이오우드가 4개 붙어 있고, 로우터리 스위치도 2회로를 사용했다. 이것은 다이리스터의 게이트를 풀 다운해도 로우터리 스위치가 전환되는 곳으로서, 옆의 다이리스터가 ON 되어 버리는 수가 있었기 때문에 각 게이트를 완전히 독립시


〔그림 9〕 전체회로도
메모리 : TC4036BP
다이리스터 : 2SFOR2G
8비트 프리세트 스위치
어드레스 표시 LED
IC2 TC4036BP
비트 아웃
비트 인
어드레스
0V : 읽어내기
오우픈 : 기입
IC3 SN74LS74
IC1 SN74LS00½
IC6 MC14011
IC7 MC14011¼
IC8 MC14011
잔량표시
「총」의 LED배치 탄도표시
외부전원(DC 5V)
CM×4개
R1~R8 : 33kΩ
R9~R16 : 820Ω
R17~R20 : 47kΩ
R21~R24 : 47kΩ
R25~R28 : 1kΩ
R29~R32 : 1kΩ
TC4036
SN74LS00
SN74LS74
SN74LS163
MC14011
탄환의 진행방향 표시
Tr1~Tr9 : 2SC711
D9 : 10D1
D1~D8 : 1S1588
SR1~SR8 : 2SFOR2G(또는 OR2B)
발광 다이오우드
로우터리 스위치 {RSX1~RSX3 : 3회로 4접점; X축조준
RSY1~RSY3 : 3회로 4접점; Y축조준
리세트
IC7 MC14011½
IC1 SN74LS00½
IC9 SN74LS163
카운트
클리어
(발사 버튼을 누르면 클리어)
IC4 SN74LS74
IC5 SN74LS74
발사 버튼



〔완성된 기판의 상태. 납땜할 때는 충분히 주의할 것. 그리고 IC로서 SN 74LS163N만 방향이 반대이므로 이것도 주의할 것〕

키기로 했다. 이렇게 하면 로우터리 스위치가 전환되는 순간, 서로 인접한 게이트의 회로끼리 전기적으로 접촉하는 것을 방지한다.

☆ ☆

이상으로 원리의 설명은 끝마친다. 그럼 다음에는 부품의 해설로 들어가자.

■ 부 품

① **메모리 : 〔그림 3〕**에서 보는 **TC4036BP**를 사용한다. 주로 CPU의 연산도중의 정보를 일시 기억하거나, 할 목적으로 사용되는 메모리이다. C²-MOS이므로 정전기에 약해 취급할 때는 주의하기 바란다.

② **IC류 :** C-MOS와 TTL을 사용한다. TTL은 모두 LS(로우파워 쇼트키)형을 사용한다. 이것은 소비전력을 낮게 하기 위해서이다. 보통의 TTL도 상관없다. LS형인 것은, **SN74LS00**이나 **SN74LS163** 등으로 숫자 사이에 **LS**라는 문자가 들어 있다.

③ **다이리스터 : 2 SF0R2G**를 사용했지만, 여러분이 구입할 때는 **2SF0R2B**를 구입하기 바란다. **G**와 **B**는 애노우드에 흘릴 수 있는 전류가 다를 뿐, 다른 것은 모두 같다. 거의 전류를 흘리지 않는 회로이므로, 허용전류는 작아도 싼 **B** 형이 더 좋다.

④ **트랜지스터 : 2SC711** 을 사용했다. 컬렉터가 중심의 다리에 나와 있는 **2SC**형이면 거의 모든 트랜지스터를 사용할 수 있다(**2SC1815, 2SC372, 2SC458** 등). 중고품이나 가지고 있던 것을 활용하기 바란다.

⑤ **다이오우드 :** 게르마늄 다이오우드는 요즘 구하기 힘든 것 같다. 실리콘 다이오우드도 전혀 문제는 없지만, 약간 비싸다. 소신호용의 다이오우드 같으면 아무거나 사용할 수가 있다. 그리고 **10D1**을 1개 준비한다.

⑥ **스위치류 :** 로우터리 스위치는 3회로 4접점짜리를 사용했다. **1-3-4의 로우터리** 라고 하면 상점 주인도 알고 줄 것이다. (1웨이퍼, 3회로, 4접점이라는 의미이다).

다른 스위치류는 부품표에 적혀 있다. 형번 등은 같지 않아도 괜찮지만 회로수와 접점수는 같게 하기 바란다(논쇼오팅형).

⑦ **외부전원 :** 한대 있으면 매우 편리하다. RP-66과 3단자 레귤레이터를 사용하면 간단히 만들 수 있다.

⑧ **기판 :** 필자는 감광 기판을 사용했다. 이 밖에도 보통 기판을 감광기판으로 바꿀 수 있는 도료가 있으므로 현재 검토중이다.

⑨ **아크릴판 :** 알루미늄판보다 조금 비싼 것 같지만, 공작하기가 수월해서 좋다.

■ 제 작

이상의 부품이 준비되었으면 곧 제작으로 들어간다. 제작하다 보니 작은 패턴이 좀 많아진 모양이다. 감광기판의 주의를 잘 읽어 보고, 정성들여 작업을 진행한다. 감광기판의 레지스트가 희미해졌을 때는 레트라세트의 인스턴트 레터링(2.45mm 간격의 검은 동그라미 패턴)이나 레트라라인(0.5mm폭의 검은 테이프)으로 수정하여 에칭한다.

에칭이 끝났으면 다음은 구멍뚫기이다. 보통의 모우터에 고정시켜 사용하는 전기 드릴용의 척을 사용하면 빠르고 깨끗하게 구멍을 뚫을 수 있다.

구멍뚫기가 끝났으면 또 한번 플럭스를 깨끗하게 바르고, 끊어질 것 같은 패턴을 수정해 둔다. 위험하다고 생각되는 부분은 그 자리에서 수정해 두지 않으면 잊어 버리기 쉽다. 또, 반대로 이웃끼리 붙을 것 같이 보이는 부분은 커터로 잘라 두면 좋다.

다음에 부품을 고정시키기 전에 아크릴판에 기판 고정용의 비스 구멍의 위치를 베껴 둔다. 이 구멍이 옮겨져 있음에도 불구하고 무리하게 기판을 고정시키면 기판이 비뚤어져서 패턴이 끊어지는 원인이 되므로 주의하기 바란다.

로우터리 스위치의 축을 끊는 방법 등 한데 모아 〔그림 9〕에 그려 놓았으니 참고한다.

아크릴판에의 부품 고정 등은 일부러 나타내지는 않았는데, 투명하다는 특징을 활용하여, 부품과 치수를 맞추면서 구멍을 뚫는다.

배선은 색깔로 구분하면 착오가 적어서 좋다. 필자는 메모리의 비트 아우트에 관계 되는 모든 배선을 컬러 코우드에 따라 통일했다. 이를테면 메모리의 13번으로 콘트롤되는 Tr_8에 이어지는 로우터리 스위치에의 배선은 모두 갈색으로 하고, Tr_7에서는 모두 빨강으로…하는 등이다. 실체도를 보면서 찬찬히 생각하며 배선한다.

이상이 모두 끝났으면 기판을 아크릴판에서 뗀 상태에서 체크로 옮아간다. 아직 IC는 꽂지 말자.

■ 조　정

조정할 것은 동작 체크뿐, 전원을 넣기 전에 한번 더 배선을 확인한다. 틀림 없다고 생각되었을 때 전원을 넣는다. 물론, 아직 IC는 꽂지 않도록.

① 전원을 넣고 기판의 +쪽과 -쪽의 전압을 측정한다. 5 V가 되지 않을 때는 패턴의 접촉이거나 전원계통의 배선에 잘못이 없는지 체크한다. 또, **10D1**의 극성을 조사해 본다.

② IC_1 : **SN74LS00**과 IC_3 : **SN74L74**를 삽입한다. 또 IC를 뺐다 넣었다 할 때는 반드시 전원 스위치를 끊어야 한다. 메모리의 어드레스 표시 LED가 점멸하는가? 만일 아무것도 표시하지 않을 때는 패턴이 끊어져 있거나 점퍼선을 빠뜨리지 않았나, IC의 방향은 맞아 있는지 등을 체크하자.

③ IC_4, IC_5 : **SN74LS74**와 IC_9 : **SN74LS163**을 꽂는다. 플레이 버튼을 누르면 탄환이 좌에서 우로 흐르고, 잔량표시가 하나 줄어지는지? 잔량표시는 〔그림 10〕과 같이 변화한다. 모두 소거된 후 발사 버튼을 누르면 또 15부터 다운카운트를 시작한다.

또 리세트 스위치를 리세트로 하여 발사 버튼을 누르면 15로 되돌아간다. 이것은 발사 버튼을 눌렀을 때의 클럭 펄스로 카운터가 리세트되기 때문이다.

이상과 같이 동작하지 않을 때는 패턴이나 점퍼선 등을 조사해 본다. 패턴이나 IC는 다른 IC와 끼워 넣는 방향이 반대이기 때문에 특히 주의해야 한다.

④ IC_2 : **TC4036BP**와 IC_6~IC_8 : **MC14011**을 끼워 넣는다. 이들 MOS형의 IC를 끼울 때는 손을 약간 축이면 좋다. 필자도 수도물에 손을 씻고 했다. 또 메모리 IC는 핀수가 많아 소켓에 잘 들어가지 않지만 다리를 망그러뜨리지 않게 잘 끼워 넣는다.

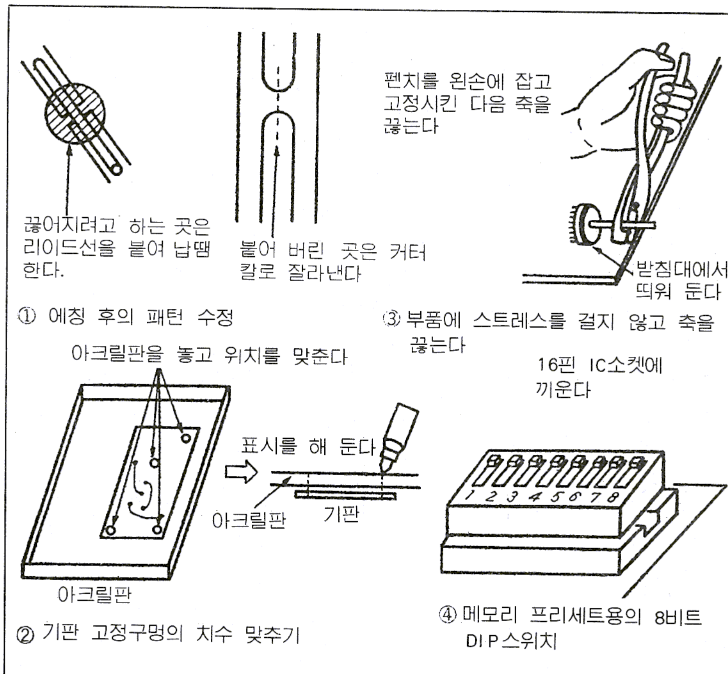
먼저 리세트 스위치로 일단 리세트를 걸고 포획물 LED표시를 체크한다. 메모리의 조작 스위치를 읽어내는 쪽에 두면 LED 전부가 점등할 것이다.

이후에는 게임하는 방법을 마스터하면서 계속 체크해 나간다. 여기까지에서 잘 동작하지 않는 사람은 한번 더 패턴, 배선, 부품의 극성을 체크하기 바란다.

■ 게임하는 법

이 게임은 메모리를 사용하고 있기 때문에 게임하기 전에 메모리에 써 넣는 절차가 필요하다. 먼저 메모리 콘트롤 스위치를 써넣는 쪽으로 한다. 그렇게 하면 어드레스 표시 LED는 점멸하지 않을 것이다. 어드레스 스위치를 번갈아 움직이면 어드레스가 하나씩 움직여 가는 상태가 LED에 표시된다.

이 때 메모리 기입 정보설정 스위치를 ON-OFF하면 그 때의 상태가 그대로 포획물 표시 LED에 나온다. 이것은 써넣어진 정보가 출력에도 나오는 모드로 사용하고 있기 때문이다. 〔그림 6〕을 참고하여 모든 LED가 자유로이 세트가 되는



〔그림 10〕 제작의 요령

지를 알아보기 바란다. 괜찮으면 어드레스의 LED가 모두 소거될 때까지 어드레스 스위치를 움직여 정보설정 스위치로 점등시키는 LED를 세트한다. 다음에 어드레스 스위치를 한번 움직여 다음의 점등 패턴을 세트하다.

메모리를 써넣는 쪽으로 하면 그 때의 정보설정 스위치의 상태가 곧 기입된다. 그러므로 그대로 어드레스를 하나 전진시키고 2워어드째의 패턴 써넣는 절차를 잊지 않아야 한다. 어드레스를 전진시키기 전, 기입 패턴을 바꾸면 먼저 넣은 패턴이 소거되어 버린다.

이렇게 하여 4워어드에 모두 써넣기가 끝났으면, 메모리 콘트롤 스위치를 읽어내는 (플레이)쪽으로 한다. 어드레스표시 LED가 점멸을 개시하고, 앞서 써넣은 포획물의 출현 패턴이 차례로 움직이기 시작할 것이다.

만일 점등시켜 놓은 LED 가 있을 경우에는 리세트하면 꺼지게 된다. 또 이 리세트 스위치에 발발형이 아닌 보통의 토글스위치를 사용할 경우, 리세트 후 스위치를 돌이킬 것을 잊지 말기 바란다.

X, Y의 로우터리 스위치로 좌표를 세트한 다음 발사 버튼을 눌러 보자. 닿으면 그 장소의 LED가 점등된채로 있을 것이다. 계속하여 다른 장소에도 좌표를 세트하여 점멸하는 포획물이 없어질 때까지 발사한다. 몇발인가 맞기 시작하면, 겨누어지지 않은 장소까지 점멸하기 시작하여 약간 놀랄 것이니. 다.

이것은 고장이 아니다. 겨누어진 장소의 X축과 Y축이 ON이 된채로 있기 때문에 거기에 걸리는 Y축, 또는 X축이 ON이 되면 관계 없는 LED도 점등하기 시작할 것이다.

몇번 쏘아도 맞지 않을 때는 로우터리 스위치를 잘못 배선했을 것이라고 생각하는데, 실체도뿐 아니라 자신이 잘 확인하면서 체크해 보자.

게임에 익숙해지고 겨누어진 포획물을 1발로 맞힐 수 있게 되면 메모리 어드레스용의 클럭(IC_1의 8번)과 총의 클럭(IC_1의 6번)을 바꾸어 넣기 바란다. 포획물은 순식간에 도망치게 되고, 총은 천천히 나아가게 된다. 시간 가는 줄도 모르고 플레이 버튼에서 손을 뗄 줄 모를 것이다.

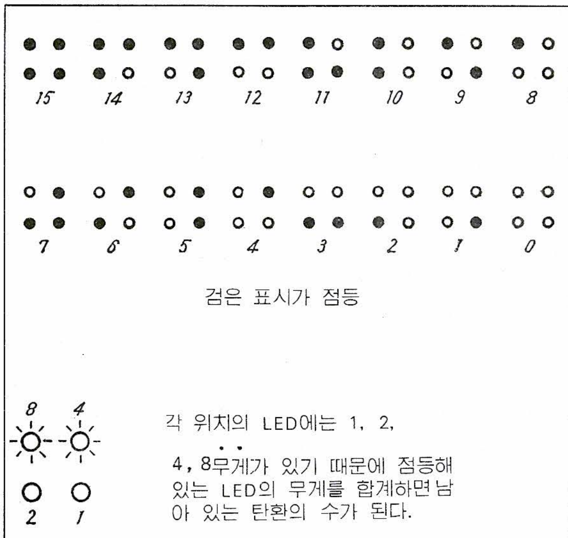
● 전지의 전압 ●

끝으로 보충설명을 해 둔다.

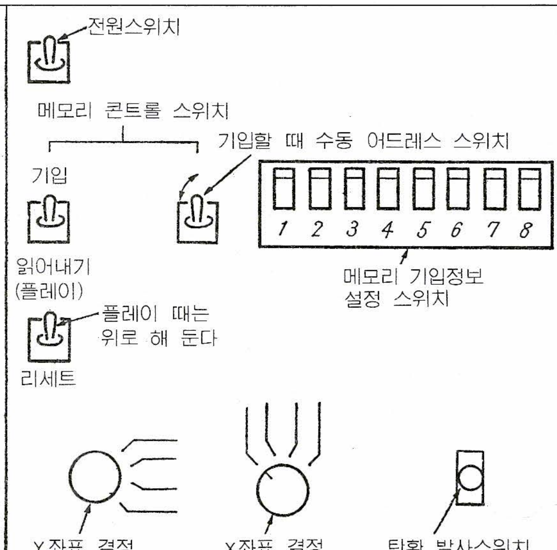
회로의 전지 뒤에 **10D1**이 1개 들어 있다. 이것은 정류를 위하여 넣어 둔 것은 아니다. 잘못하여 전지의 +와 —를 반대로 넣어 버렸을 경우에 회로의 보호와 전압을 낮추기 위하여 넣어 둔 것이다.

신품 전지는 4개에 6V가 되는데, 그것은 TTL이 정상으로 동작하는 전원전압(4.75 ~ 5.25V 정도)을 초과한다. TTL은 이 값이 매우 엄한 것이다. 다이오우드는 흐르는 전류와는 관계 없이 약 0.6V의 전압강하를 일으키기 때문에 6V−0.6V=5.4V가 되어, 대체적으로 정상적인 동작을 하게 된다.

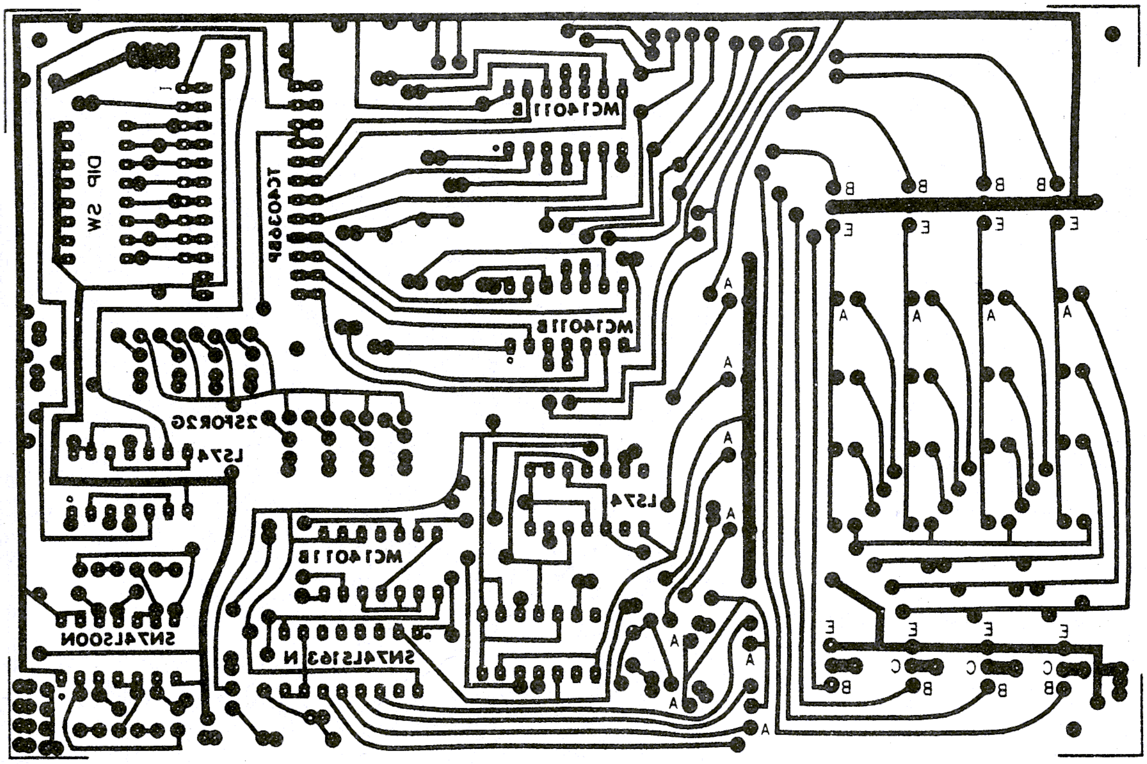
그러나 5.4V는 최대값을 아직 0.15V 초과한다. 만일 어느 곳에도 잘못한 곳이 없는데 정상적으로 동작하지 않을 때는 **10D1**을 하나 더 직렬로 추가하기 바란다. 이것으로 정상적인 동작을 하면 한참동안 세트를 계속 동작시켜 전지를 줄이면 다이오우드 1개로 정상적으로 동작하게 된다.



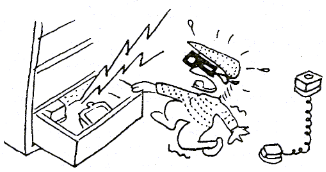
〔그림 11〕 남은 탄환수의 표시

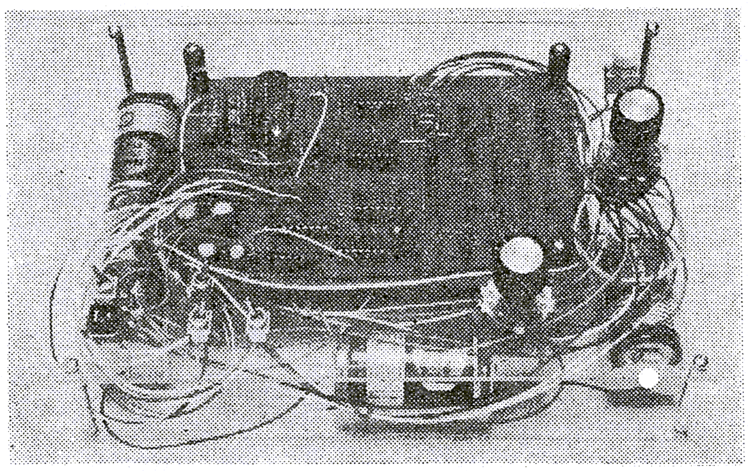


〔그림 12〕 스위치의 설명



다음에는 소리를 낼 경우이다. 맞혔을 때 삐 하는 소리를 내려 할 때는 R_{38}에서 출력을 내면 되지만, 삐 하고 한참 소리를 내기 위해서는 IC의 추가가 필요하다.





부 품 표

IC
- IC_1 : **SN74LS00N** 1
- IC_2 : **TC4036BP** 1
- IC_3, IC_4, IC_5 : **SN74LS74N** ·· 3
- IC_6, IC_7, IC_8 : **MC14011B** ·· 3
- IC_9 : **SN74LS163N** 1

트랜지스터
- Tr_1～Tr_9 : **2SC711** 9

다이리스터
- SC_1～SC_8 : **2SF0R2B** 8

다이오우드
- D_1～D_8 : **1S1588** 8

발광 다이오우드 **3AR1** 26

저항(모두 1/4W)
- R_1～R_8 : 33kΩ 8
- R_9～R_{16} : 820Ω 8
- R_{17}～R_{20} : 47kΩ.................. 4
- R_{21}～R_{24} : 47kΩ.................. 4
- R_{25}～R_{28} : 1kΩ 4
- R_{29}～R_{32} : 1kΩ 4
- R_{33} : 15kΩ, R_{34} : 15kΩ, R_{35} : 1kΩ, R_{36} : 15kΩ, R_{37} : 5.6kΩ, R_{38} : 1.2kΩ, R_{39} : 15kΩ, R_{40} : 15kΩ, R_{41} : 15kΩ, R_{42} : 1kΩ, R_{43} : 47kΩ, R_{44} : 5.6kΩ, R_{45} : 1kΩ, R_{46} : 1kΩ, R_{47} : 5.6kΩ····각 1

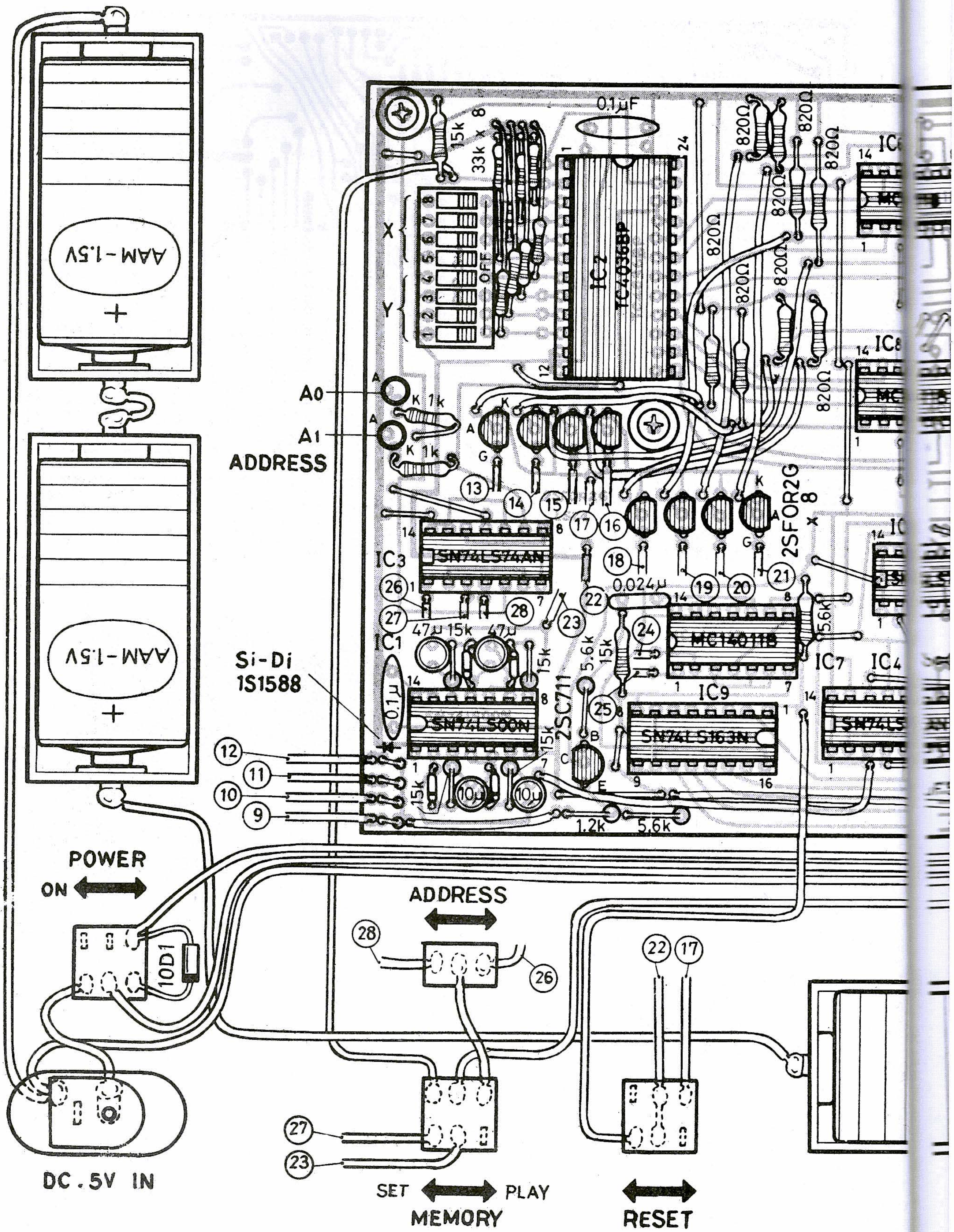
콘덴서
- 전해 C_1, C_2 : 10μF 25V
  - 바이포울러 2
- C_3, D_4 : 47μF 6.3V
  - 바이포울러 2
- C_6 : 1μF 6.3V 1
- 마일러 C_5 : 0.024μF......... 1
- 세라믹 C_7, C_8 : 0.1μF······ 2

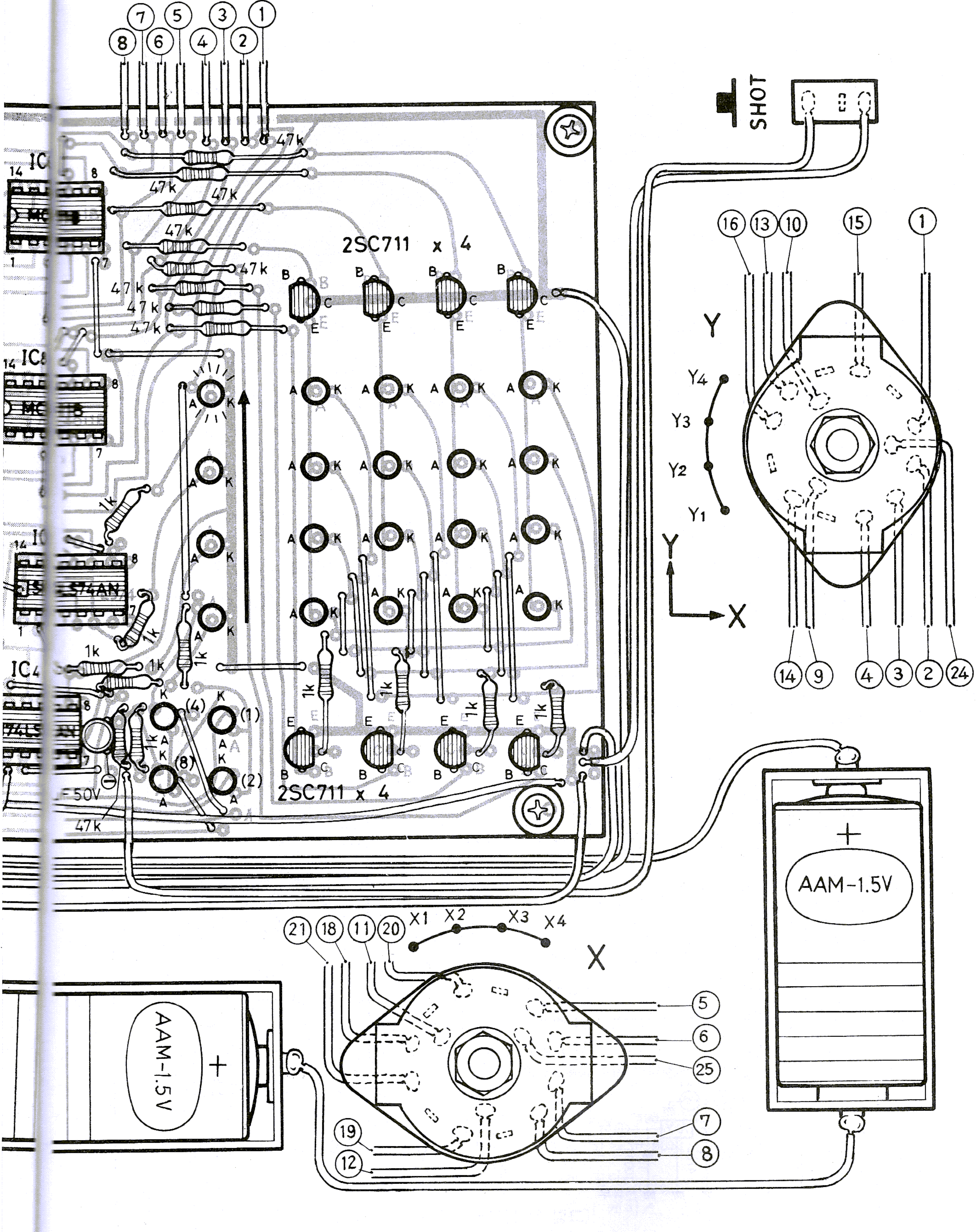
스위치
- 푸시스위치...................... 1
- 2회로 2접점 토글............ 2
- 로우터리스위치.................. 2
- 1회로 2접점 토글............ 1
- 프리세트 스위치 1

IC 소켓 24P, 16P.......... 각 1
- 14P 6

아크릴판.............................. 1

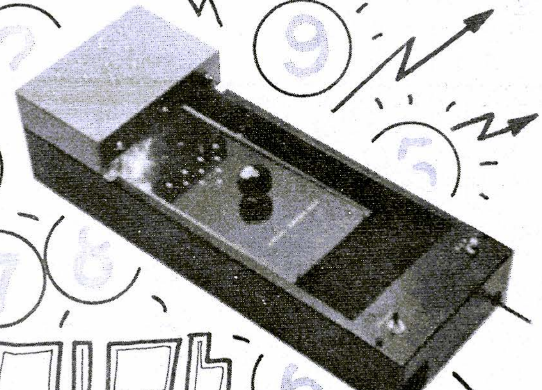
기판세트.............................. 1


AAM-1.5V
AAM-1.5V
A0
A1
ADDRESS
Si-Di
1S1588
POWER
ON
10D1
DC.5V IN
ADDRESS
SET
PLAY
MEMORY
RESET
15k
15k x 8
33k x 8
X
Y
OFF
0.1μF
IC2
TC4036BP
820Ω
1k
1k
IC3
SN74LS74AN
IC1
SN74LS00N
47μ
15k
47μ
0.1μ
10μ
10μ
1.2k
5.6k
2SC711
5.6k
15k
0.024μ
MC14011B
IC9
SN74LS163N
5.6k
IC7
IC4
IC8
2SF0R2G x 8



2SC711 x 4
47k
1k
SHOT
Y
Y1
Y2
Y3
Y4
X
X1
X2
X3
X4
AAM-1.5V
AAM-1.5V
50V

디지틀 보울링 게임의 제작

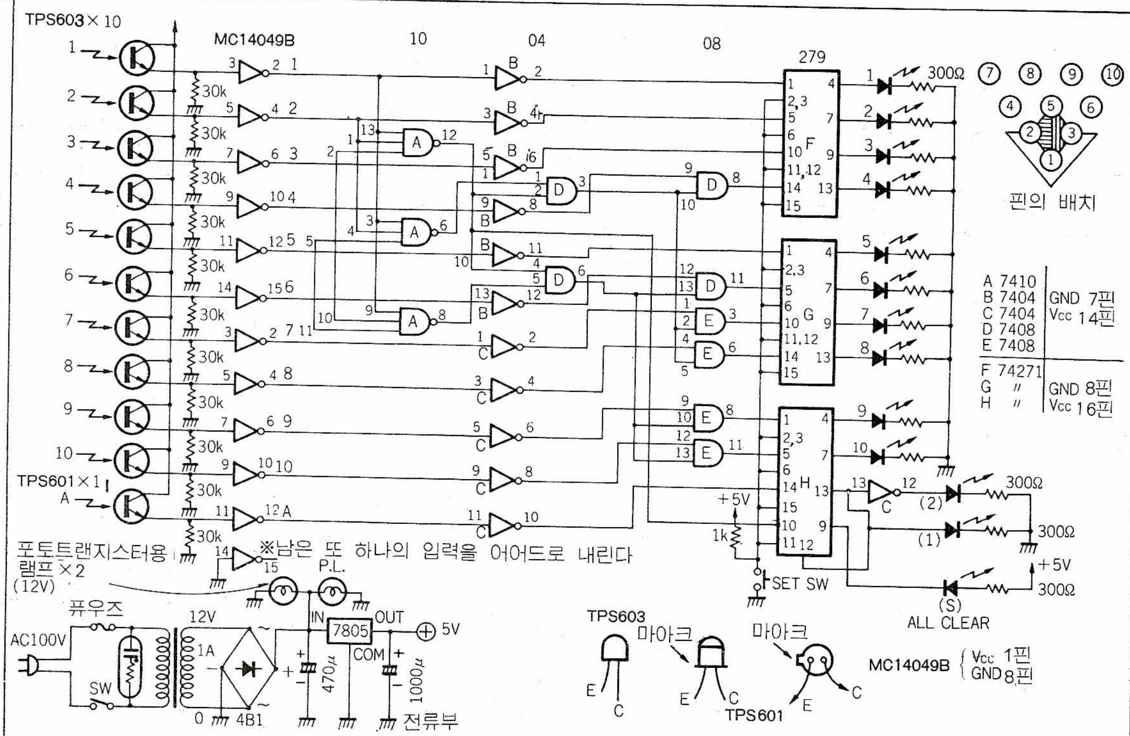


보울링이라 하면 케케묵은 것이려니…하고 생각할지 모르지만, 그것은 모르는 말이다. 보울링은 최근에 와서 다시 부움을 일으키고 있고, 또 전자 보울링이기 때문에 가장 새로운 보울링이라고도 할 수 있다. 본기를 참고하여 여러분도 한번 만들어 보기 바란다.

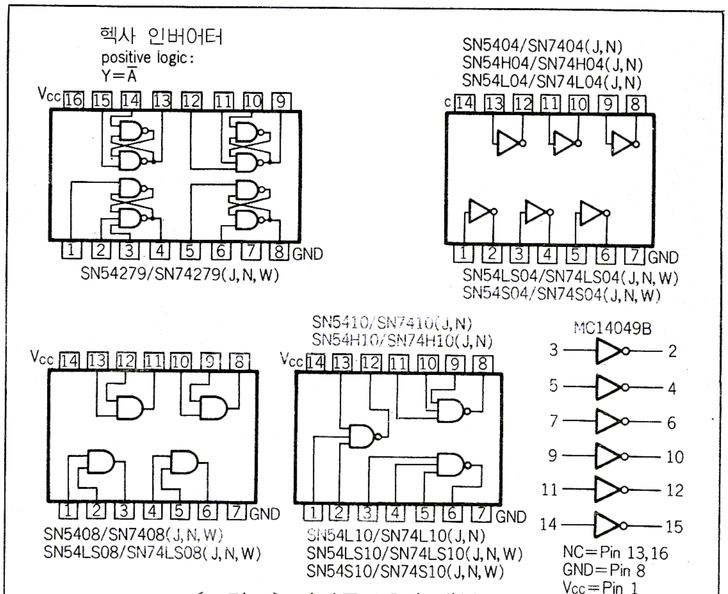
◆ 회로에 대하여

본기의 회로는 〔그림 1〕에서 보는 것과 같은, 포토트랜지스터와 디지틀 IC를 조합시킨 간단한 회로이다.

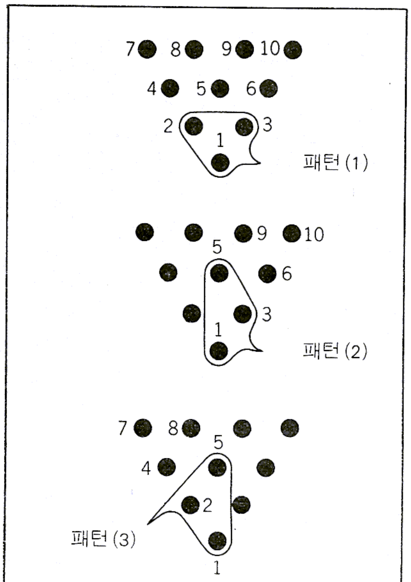
먼저, 기본적인 회로의 원리부터 이야기한다.



〔그림 1〕 본기의 전체회로도



〔그림 2〕 디지틀 IC의 내부도



〔그림 3〕 핀의 패턴으로 검출

보울링은 핀이 10개 늘어서 있기 때문에 먼저 10개의 포토트랜지스터를 사용하여 꺼낸다.

그것은 10개의 표시용 LED로써 상태를 알 수 있다. 1개의 핀에 대하여 보면 핀이 젖혀지면 표시가 꺼지도록 하면 되고, 그와 같은 동작을 하는 논리회로를 만들면 된다.

다음에 실제 보울링에서는 보올로 핀을 젖히는 경우와, 또 핀이 핀을 젖히는 경우가 있고, 스트라이크 현상도 일어난다. 그래서 본기는 이와 같은 현상을 생각하여 회로를 설계한다. 이것은 〔그림 3〕에서 보는 바와 같이 3개의 패턴으로 나누었다.

패턴(1)

이것은 스트라이크 상태로서 1, 2, 3, 의 포토트랜지스터를 동시에 커버했을 때 LED를 모두 끈다. 회로는 〔그림 1〕의 회로에서 보는 것과 같이, AND 게이트나 NAND 게이트를 조합시킴으로써, 10개의 R-S 플립 플롭 모두에 펄스 신호가 가해진다. 5개의 포토트랜지스터 회로는 게이트를 통하고 있지 않지만, 1, 2, 3을 커버하는 것은 물론, 5개나 통과하는 것이다.

패턴(2)

1, 3, 5, 의 포토트랜지스터를 동시에 커버했을 때는 6, 9, 10의 LED가 꺼지게 되어있다.

오른쪽의 코오스에 보올이 약간 굴러간 상태에 가깝게 꺼진다.

패턴(3)

1, 2, 5의 포토트랜지스터를 동시에 커버했을 때는 4, 7, 8의 LED도 꺼지고, 왼쪽의 코오스에 한 패턴이 된다.

이상에서 이 3개의 패턴을 짜기 위해 **7410**, **7408** 등의 IC를 사용해 보았다. 이 패턴 이외는 단독의 동작을 한다.

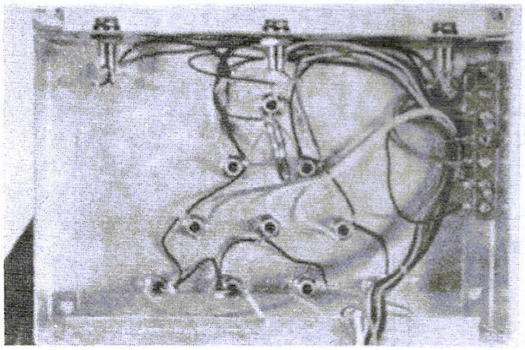
또 1번투인가 2번투인가를 표시하기 위하여 보올의 레일 부분에도 포토다이오우드를 세트하고, 같은 원리로 LED를 발광시키고 있다. 스트라이크의 표시는 게이트에서 만들어진 스트라이크 신호를 R—S 플립 플롭에 입력하여 LED를 발광시킨다.

전원부는 **7805**라는 5V의 3단자 레귤레이터를 사용하여 5V의 정전압을 꺼내고 있다. 포토트랜지스터의 램프 2개는 12V짜리로서, 브리지 정류한 후에 접속해 둔다.

◈ 제 작

회로를 생각하는 것까지는 좋았지만, 일단 제작을 할려고 하면 어떤 형태로 할 것인가… 망설이게 된다.

종이 케이스, 플라스틱 케이스, 나무 케이스 등을 이용하면 어떨까 하고 여러가지로 생각한

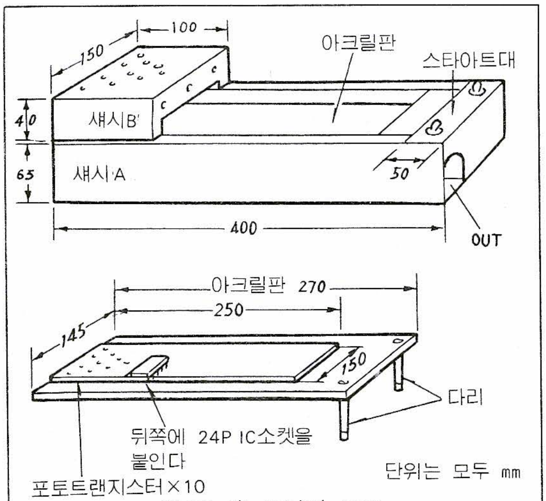


〔사진 1〕 LED에 의한 핀 표시와 포토트랜지스터용 램

결과, 역시 알루미늄 섀시의 가공이 가장 만들기 쉽다고 하는 결론이 내려 길쯤한 섀시와 작은 섀시를 조합시켜 본체를 만들고, 레인은 아크릴판으로 만들기로 했다. 전체의 그림이 〔그림 4〕에 나와 있다.

먼저 가늘고 길쯤한 케이스는 400×150×65mm의 알루미늄 섀시로 보올을 돌아오게 하기 위한 통로, 그리고 회로 기판, 전원회로 등을 배치한다. 보올을 꺼내는 출구도 내어 둔다. 또 보올을 돌아오게 하기 위하여 한쪽만 고무다리를 붙여 앞쪽으로 기울어진 모양이 된다. 그리고 그 속에 아크릴로 만든 레인을 넣는데, 그것은 반드시 아크릴판이라야만 하는 것은 아니고, 적당한 베이클라이트판이나 베니어판이라도 된다.

2개를 포개어 밑의 판에는 그림에서 보는 것과 같이, 포토트랜지스터 **TPS603**을 10개, 24



〔그림 4〕 본기의 구조

핀 IC 소켓(이것은 커넥터로서 사용)을 붙인다. 이 소켓은 레인의 홀더로도 되어 있다. 높이 조절용의 다리는 앞쪽으로 2개를 세트하여, 레인이 수평, 혹은 약간 내려가게 해 둔다.

스타아트대는 이 위치에서 보올을 굴리기 때문에 알루미늄판을 사용하여 내려가는 경사를 만든다. 또 이 판에 SET·SW와 전원 SW를 고정시킨다.

다음에 작은 섀시는 150×100×40mm를 사용하고, 여기에는 표시용 LED를 붙인다. 또 램프도 거의 중앙쯤에 세트해 둔다. 앞쪽은 보올이 닿지 않도록 10mm 정도 홈을 파 둔다.

사용하는 LED는 여러 종류가 있기 때문에 마음대로 골라 쓰면 된다. 본기의 핀 표시에는 지름 6mm 정도 되는 것을 고르고, 그 밖의 것은 지름 10mm 정도의 것을 골라 보았다. 이 2개의 섀시는 나사로 고정시켜 둔다.

사용하는 보올도 여러가지로 연구한 결과, 비이 구슬을 이용하게 되어, 지름 30mm 정도의 것을 검은 색으로 분무도장을 하여 모양을 내어 보았다. 30mm보다 조금 작은 것이 좋은데 구할 수만 있으면 지름 25mm 정도가 가장 좋다.

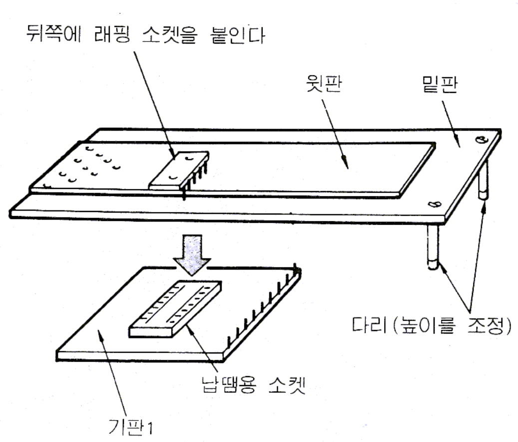
이상과 같이, 각 부분이 가공되었으면, 컬러 스프레이로 도장하여 멋있게 해 본다. 그런 다음 레터링을 해 두면 보기가 매우 좋다.

IC류는 2개의 만능기판에 꾸민다. 납땜은 먼저 Vcc, GND를 배선하고, 다음에 입력과 출력의 번호를 틀리지 않게 1개씩 해 나간다. 납땜 인두는 인두 끝이 가는 20W 정도인 것이 가장 사용하기 편리하다. C-MOS의 IC만은 IC 소켓을 사용해 보았다.

입력과 출력은 핀 포스트 등을 세워서 배선할 수 있게 해 두면 나중에 상당히 편리하다.

배선이 끝난 기판은 앞서 말한 것과 같이, 섀시 내부에 고정시키되, 한쪽의 기판에서는 레인의 판을 접속하는 소켓이 배치되어 있고, 〔그림 5〕에서 보는 것과 같이 레인의 소켓 위치와 맞게 고정시켜 두지 않으면 안된다.

이 소켓은 24핀이지만 실제로는 11개의 배선이 되어 한쪽은 짧게 잘라 둔다.



〔그림 5〕 레인과 기판의 접속방법

◈ 테스트해 보자

배선이 끝났으면 테스트를 한다. 먼저 전원을 OFF로 해 두고 보올을 굴려 보자.

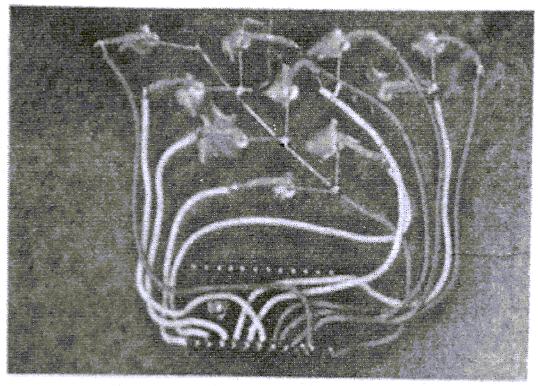
출구까지 스무우드하게 보올이 돌아오면 되지만, 레인의 높이에 따라 보올이 부딪쳐 버리는 수도 있으므로, 레인의 높이, 섀시의 경사 정도를 알맞게 조절한다.

다음에는 전원을 ON으로 하여 표시의 상태를 본다. 정상이면 전원 ON 때는 포토트랜지스터의 램프 2개와 2번투 표시 램프만이 켜진다. 그리고 SET 푸시 스위치를 누름으로써 10개의 핀 표시가 발광하고, 1번투의 표시가 되면 회로는 완성이다.

연필 등의 것으로 포토트랜지스터의 테스트를 한다. 1개 1개 꺼 나가서 포토트랜지스터의 위치와 핀 표시의 램프를 확인한다. 다음에 3개의 패턴을 테스트하기 위하여 보올로 상태를 살펴본다. 앞서 말한 표시를 하면 된다.

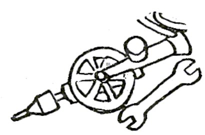
이상한 위치에서 꺼지거나 할 때는 거기에 보올을 굴려서 1번투부터 2번투의 표시로 바뀌지 않을 경우에는 램프와 포토트랜지스터의 세팅이 좋지 않으므로, 램프를 적당한 장소로 옮겨 조절해 보기 바란다.

끝으로 게임을 하는 방법인데, 보올의 크기를 바꾸어 본다든가, 본기 자체의 기울어진 상태를 바꾸어 보고 보통의 보울링 루울대로가 아니고,



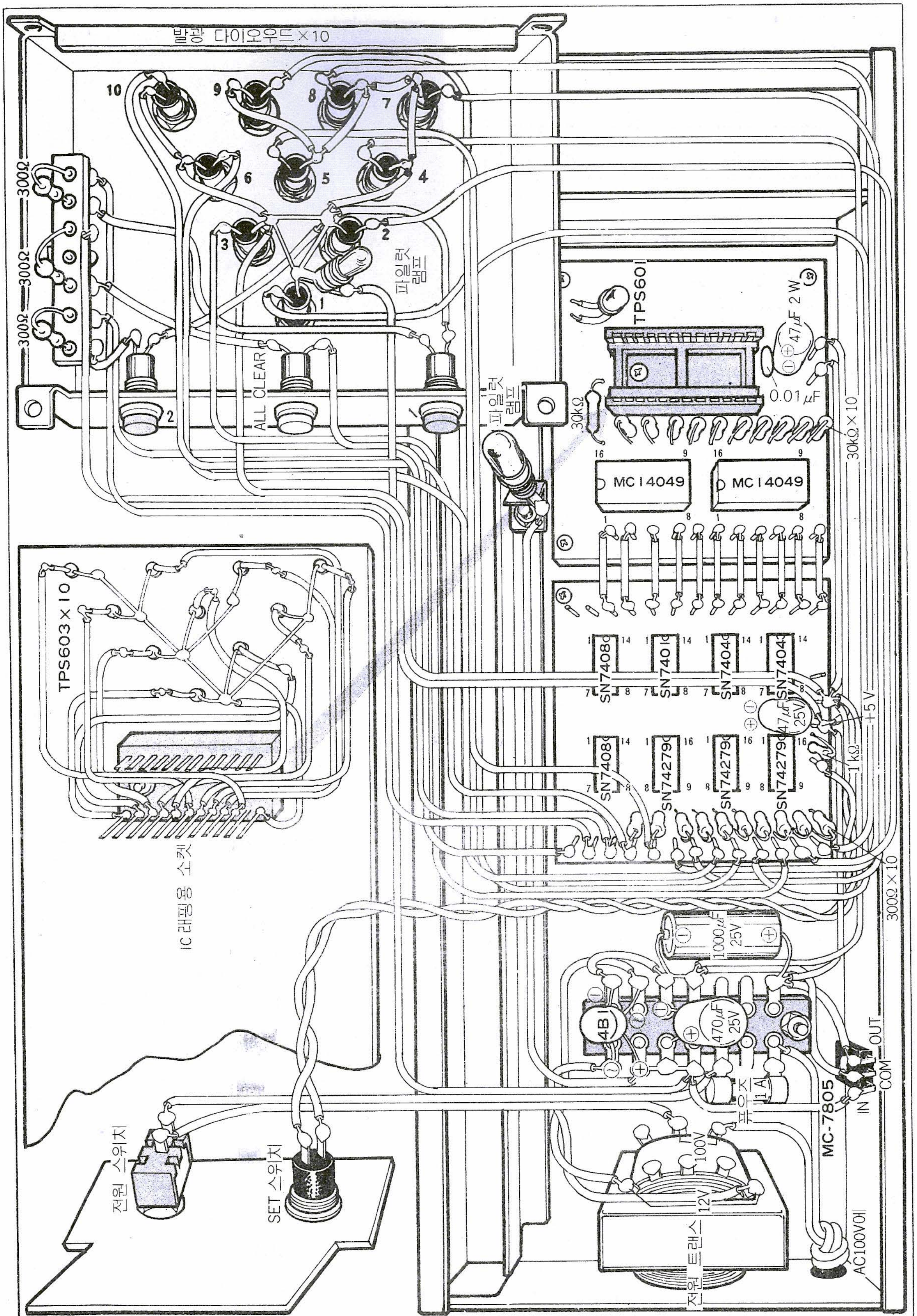
〔사진 2〕 포토트랜지스터의 고정과 배선

이를테면 1, 5를 끈다든가 여러가지 방법의 게임을 연구해 보면서 여러분의 머리를 활용해 보도록 하자.

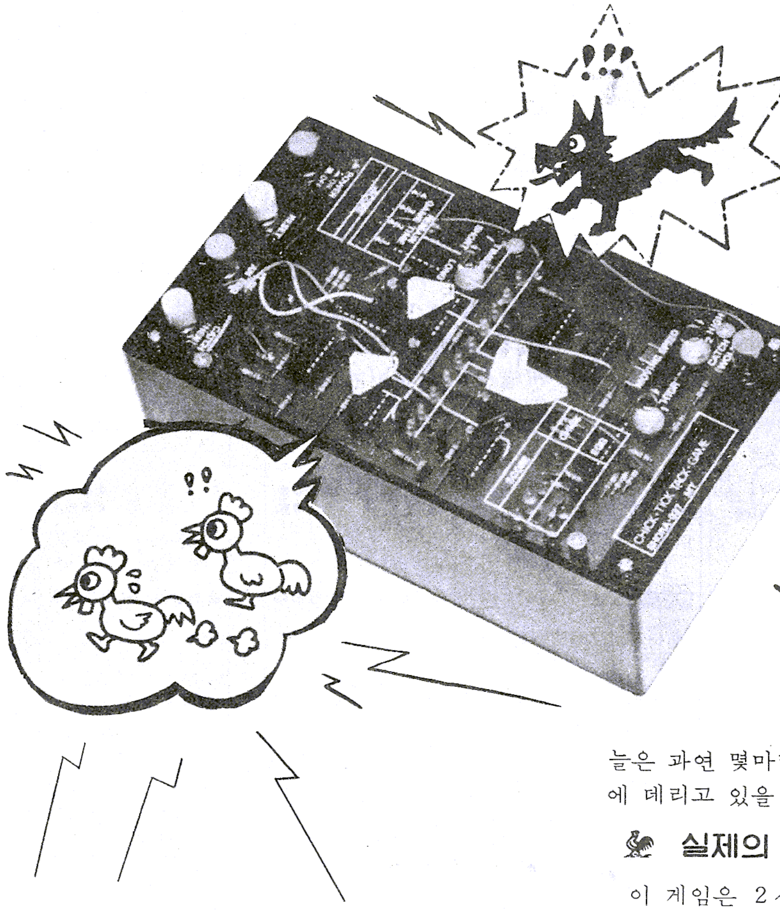


부 품 표

IC류 C-MOS	**MC14049B**	2
TTL	**SN7410**	1
	SN7404	2
	SN7408	2
	SN74279	3
포토트랜지스터	**TPS603**	10
	TPS601	1
LED핀 표시(소형)		10
그 밖에(중형)		3
레귤레이터	**MC7805CP**	1
브리지 다이오우드	**4B1**	1
램프 12V(대, 소)		2
트랜스 12V 1A		1
소켓 16P		2
24P 래핑용		1
24P 납땜용		1
기판 만능기판		2
섀시 400×150×65mm		1
150×100×40mm		1
아크릴판(두께 3~4mm)		2
푸시스위치		1
전원용 스냅스위치		1
알루미늄판 150×120mm		1
보올 비이구슬(25~30mmφ), CR류 등		



발광 다이오우드×10
300Ω
300Ω
300Ω
ALL CLEAR
파일럿 램프
파일럿 램프
TPS601
47μF 2W
0.01μF
30kΩ
30kΩ×10
MC14049
MC14049
SN7408
SN7410
SN7404
SN7404
SN7408
SN74279
SN74279
SN74279
47μF 25V
+5V
1kΩ
300Ω×10
TPS603×10
IC 래핑용 소켓
1000μF 25V
4B1
470μF 25V
퓨우즈 1A
MC-7805
IN
COM
OUT
100V
12V
전원 트랜스
AC100V에
전원 스위치
SET 스위치



칙·틱 택 게임의 제작

틱 택 게임이란?

국민학교 때 즐겨 부르던 노래에 「병아리떼 종종종…」이 있다. 그 어미인 암탉(hen)과 달걀(egg), 병아리(chick)들을 주인공으로 하고, 거기에 악역의 이리(wolf)를 등장시켜 게임을 흥겹게 꾸몄다.

그런데 알에서 갓나온 병아리를영어에서는 칙(chick)이라고 한다. 이 단어에서 발음나는 tich tack(틱 택)이라는 단어를 연상하여 그것을 이어 보니 아주 멋진 이름이 되었다. 이 게임에 맞는 이름이라 하겠다. 우리말로는 「병아리 뚝딱 뚝딱」!

어떤 닭장속에 한마리의 암탉이 살고 있었다. 그러던 어느 날, 세상에 막 나온 1개의 달걀이 어미 닭의 품안에서 부화되어 병아리가 되었다. 그러나 이 병아리는 달걀 때부터 닭장 속을 이리 저리 굴러 다니고 있었기 때문에 병아리가 된 후에도 그 버릇을 버리지 못하고 가만 있지 않았다. 어미닭이 애써 따라가서 한번 더 이 병아리를 붙잡고 있으면 어미닭 곁에서 살 수 있다. 그러나 이 닭장에는 얄미운 이리가 달걀이나 병아리를 잡아먹으러 습격해 오기 때문에 어미닭은 달걀을 낳아도 멍청해 있으면 달걀은 커녕 병아리까지도 이리의 밥이 되고 만다. 자, 오늘은 과연 몇마리의 병아리를 안전하게 자기 곁에 데리고 있을 수 있을까?

실제의 게임에서는…

이 게임은 2사람이 마주 앉아서 하는데, 정신을 바짝 차리지 않으면 지고 만다. 그리고 한사람은 암탉이 되고, 또 한사람은 이리가 된다.

본기에서는 아름답게 하기 위해서 3색 LED를 다음과 같이 구분했다.

녹색 LED=게임시간
빨강 LED=달걀
노랑 LED=병아리

먼저 〔그림 1〕에서 게임의 상황을 보자. 전원 스위치 S_1을 ON하고, 리세트 스위치 S_2를 누르면 득점 표시는 모두 지워지고 남은 시간을 표시하는 타이머의 녹색 LED가 4개 모두 점등한다. 시간이 감에 따라 이 LED가 1개씩 꺼져가서 최후의 하나가 꺼지면 게임은 끝난다. 여기서는 게임시간을 VR_3을 돌림으로써 약 13초~2분 정도까지 바꿀 수 있게 했다.

그리고 달걀을 낳는 스위치 S_3을 누르면 복판에 1렬로 늘어선 10개의 LED 중의 1개가 빨갛게 켜지고, 그 빛이 언뜻 보기에 불규칙하게 흘러 나온다. 이 흐르는 방향이나 속도는 $VR_{1,2}$를 돌림으로써 바꿀 수 있다. 그럼 이제부터는 암탉쪽과 이리쪽으로 나누어 설명한다.

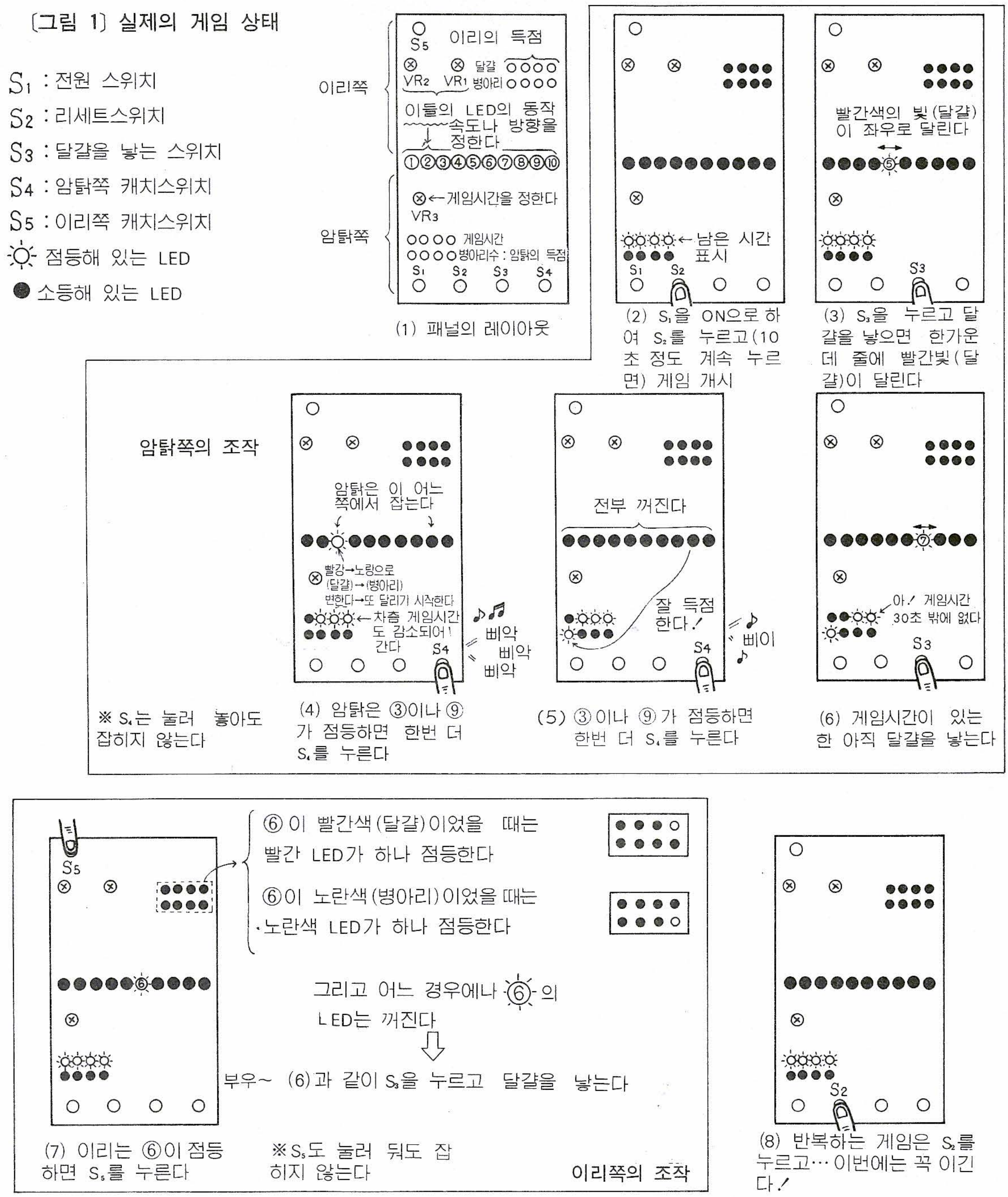
암탉쪽…③번째나 ⑨번째의 LED가 켜졌을 때 캐치 스위치 S_4를 누르고, 달걀을 잘 잡을 수가 있으면 빨간 색이었던 LED의 빛은 노란색으로 바뀌어, 그 자리에서 정지되고 동시에 「삐악 삐

악」하는 소리가 나서 병아리가 되었음을 나타낸다. 그리고 조금 있으면 이번에는 노란색 그대로 움직이기 시작한다. 그리고 한번 더 ③번째나 ⑨번째의 LED가 켜졌을 때 캐치 스위치 S_4를 누르면 「삐악」하는 소리와 함께 한가운데 줄의 LED는 꺼지고 암탉쪽 득점의 노란 LED가 하나 점등한다.

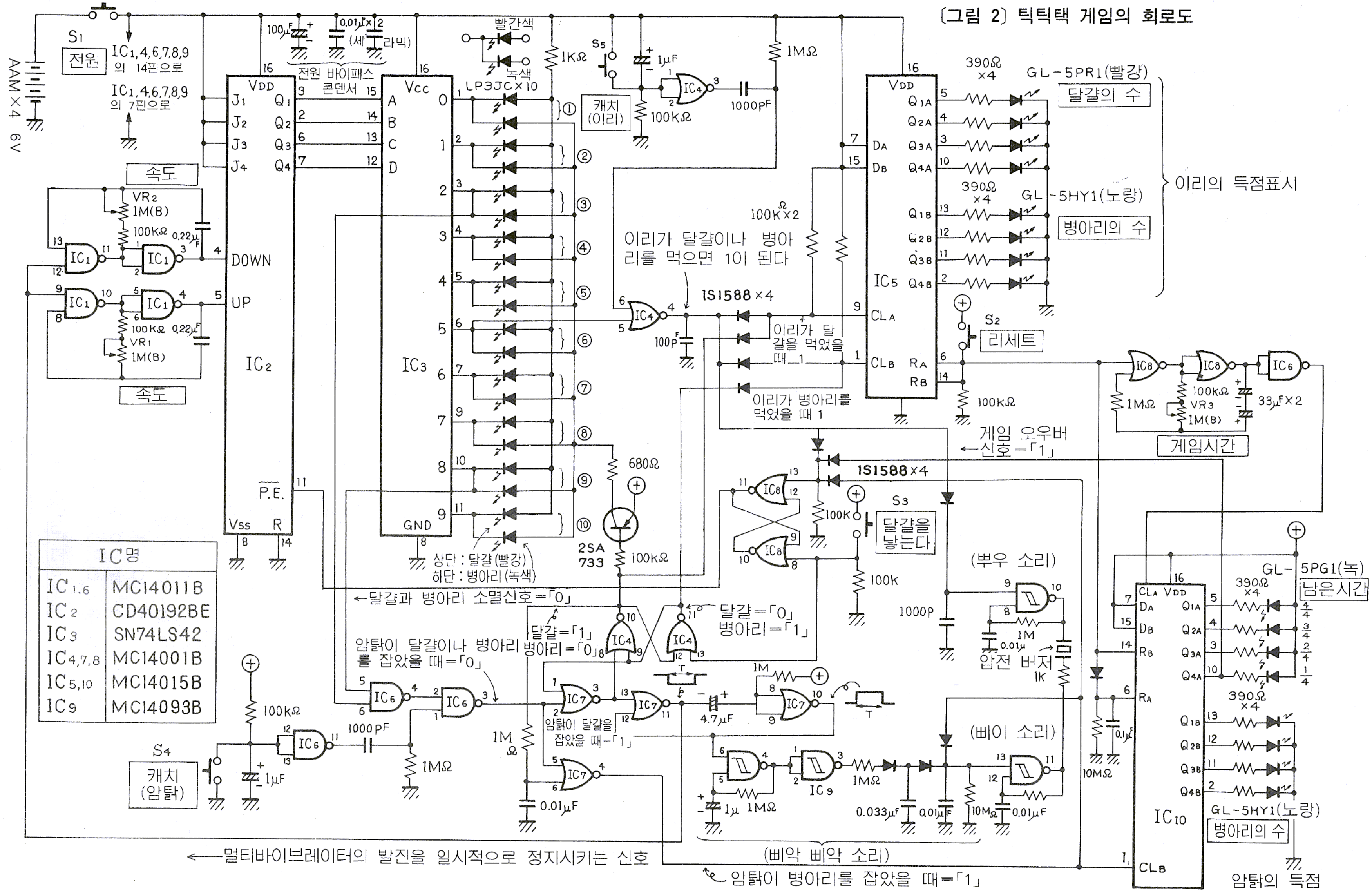
이리쪽…⑥번째 LED가 켜졌을 때 캐치 스위치 S_5를 잘 누르면 「뿌우」하고 먹었다는 소리와 함께 한가운데 줄의 LED가 달걀(빨간색)일 때는 이리쪽의 빨간색 LED가 하나 점등하고, 병아리(노란색) 때는 노란색 LED가 하나 점등한다. 그리고 어느 경우에나 한가운데 줄의 LED는 꺼진다.

이렇게 하여 타이머로 정한 시간이 있는 이상 몇번이든지 달걀을 낳으면서 뒤에 적혀 있는 것과 같은 규칙에 따라 게임을 진행시켜 나간다. 게임시간이 없어지면 한가운데 줄의 LED는 모

〔그림 1〕 실제의 게임 상태

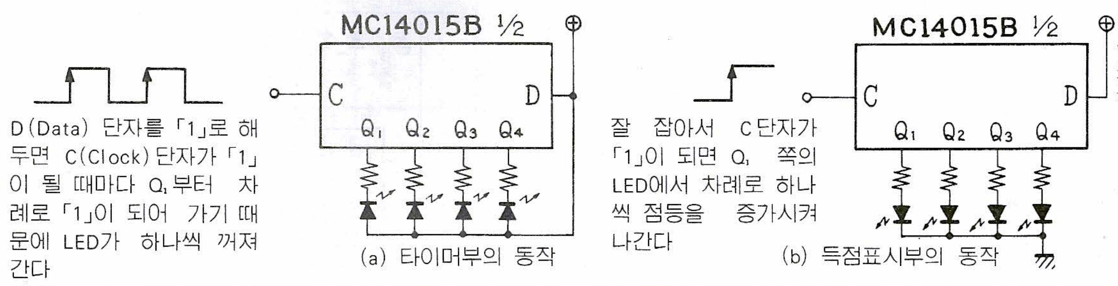


〔그림 2〕 틱틱택 게임의 회로도



IC명	
IC1,6	MC14011B
IC2	CD40192BE
IC3	SN74LS42
IC4,7,8	MC14001B
IC5,10	MC14015B
IC9	MC14093B

〔그림 3〕 시프트 레지스터의 동작



두 꺼져 달걀도 낳을 수 없게 된다.

회로의 구조

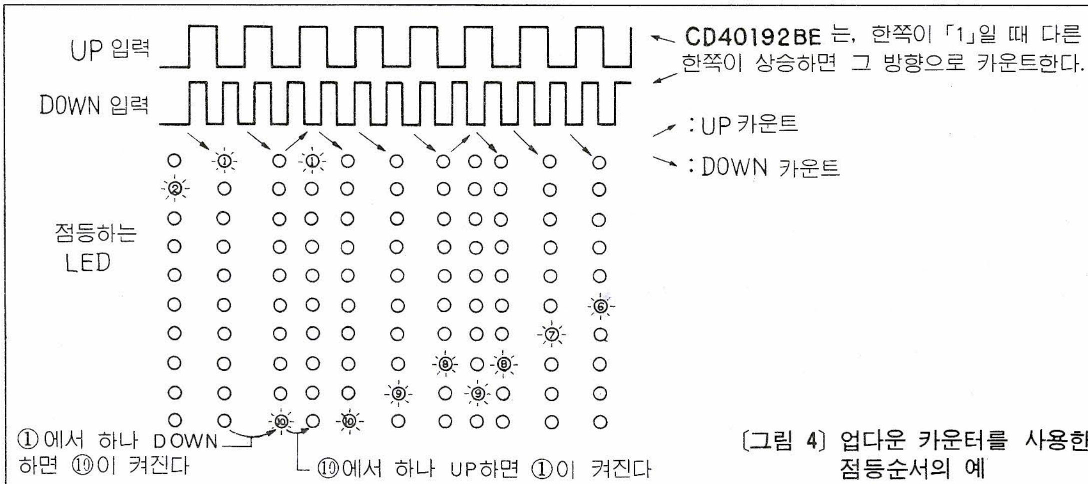
〔그림 2〕가 본기의 회로도이다. 여러가지 연구를 하여 10개의 IC를 앞서 말한 것과 같은 게임을 완성시켰다.

여기서 우선 리세트 스위치 S_2가 눌러졌다고 하자. 그러면 $IC_{5,10}$의 시프트 레지스터 **MC14015B**는 모든 출력이「0」이 되어 게임의 나머지 시간을 표시하는 녹색 LED만이 4개 점등된다. 그리고 리세트를 해제하면 IC_8의 타이머용 멀티바이브레이터가 천천히 발진을 개시하고, 그 1주기마다 IC_{10}에 클럭이 들어가기 때문에 〔그림 3〕(a)와 같이 LED가 하나씩 꺼진다. 그리고 Q_{4A}가「1」이 되면 한가운데 줄의 달걀이 병아리의 표시를 지우는 신호를 발생하여 게임이 끝난다.

그런데 이 한가운데 줄의 LED는 2색 LED라는 것으로서 S_3을 누르면 하나가 빨갛게 발광한다. 이것이 달걀의 상태지만, 이 LED를 되도록 불규칙하게 움직이기 위하여 이번에는 **CD40192**라는 업카운트 입력단자와 다운 카운터를 사용하여 각 입력에 따로따로의 멀티바이브레이터(IC_1)에서 신호를 보내고 있다. 그리고 그 BCD 출력을 **SN74LS42**라는 디코우더에 넣어 ①~⑩까지의 LED가 1개씩 점등하게 한다. 여기에만 TTL을 사용한 것은 **LP3JC**가 캐도우드 코먼이기 때문이다. 이렇게 하면 〔그림 4〕와 같이 아주 재미있게 LED가 점등한다.

여기서 ③이나 ⑨가 점등했을 때 S_4가 눌러지면 IC_7의 원쇼트가 트리거되어 약 3초간 IC_1의 클럭이 정지하고 LED가 그 자리에서 정지하는 동시에 IC_9에서「삐악 삐악」하는 소리가 발생하고 IC_4의 플립 플롭도 반전되기 때문에 트랜지스터를 통하여 녹색 LED도 점등한다. 빨간 것을 켜놓고 녹색도 점등하면 이 LED는 마치 노란 것처럼 보인다. 〔그림 5〕를 참조. 그리고 약 3초가 지나면 이번에는 또 병아리가 이리저리 돌아다닌다. 그 때 앞서와 같이 S_4가 눌러지면 이번에는「삐악」하는 소리와 함께 IC_8의 플립 플롭이 반전시키므로, IC_2는 억지로 15에 프리세트되고 소멸신호가 나와 병아리는 없어지고, 그 대신 〔그림 3〕(b)와 같이 하여 암탉의 노란 LED가 하나 켜지고, 거기에 병아리가 옮아간 것 같이 보인다.

또 만일 ⑥의 LED가 점등했을 때 S_5가 눌러지면 그 때의 상태에 따라 이리쪽의 득점이 역시 〔그림 3〕(b)의 구조로 증가하는 동시에 소멸



〔그림 4〕 업다운 카운터를 사용한 점등순서의 예

신호와 「부우」하는 소리를 발생하면서 신호가 나온다.

이렇게 하여 일단 소멸신호가 나오면 가운데 열의 LED는 꺼져 있지만, $IC_{4,\,8}$의 각 플립 플롭이 반전하여 달걀이 이리 저리 움직여 다니는 처음의 상태로 돌아간다.

또 $S_{4,\,5}$에는 각각 원쇼트 회로가 붙어 있기 때문에 누른채로 놓아 두면 캐치신호가 나오지 않게 되어 있다.

부품의 설명

모두 부품표를 참고하여 모으면 되지만, 몇가지 보충하여 설명해 둔다.

디지틀 IC IC_3은 C-MOS IC의 출력으로 드라이브하기 때문에 반드시 LS형의 것으로 한다. 또 본기에 사용한 IC에는 다른 메이커에서도 같은 번호의 대치품이 발매되고 있으므로, 반드시 부품표와 같은 메이커가 아니라도 된다.

LED…빨강, 노랑, 녹색의 각 LED는 어느 메이커의 것이라도 되지만, 될 수 있는대로 고휘도형의 것을 사용하기 바란다. **LP3JC**는 본기의 부품 중에서 가장 구하기 어려울 것으로 생각한다. 이 LED는 빨강과 녹색의 2색이 어려울 것이다. 이 LED는 빨강과 녹색의 2색이 하나의 패키지에 들어 있고, 각 LED에 흐르는 전류비에 의하여 〔그림 5〕와 같이 빨강과 녹색 사이의 오렌지색이나 노란색으로도 발광시킬 수 있으므로, 병아리를 나타내기에 안성마춤이다.

저항…될 수 있으면 CR25 시리이즈가 가장 적합하다. 이 저항은 1/4W이면서 1/8W 정도의 크기로서, 1Ω～10MΩ까지 갖추어져 있다.

콘덴서…부품표에는 여러가지 종류가 적혀 있지만, 전해 콘덴서 이외에는 모두 마일러나 세라믹이라도 된다. MKH는 용량에 비해서 소형이기 때문에 사용했다.

케이스는 195×113×60㎜나 또는 그 이상의 알루미늄 섀시 등에 아크릴판의 패널을 붙여도 된다.

스위치…DS193은 일반적으로 많이 쓰이는 눌러서 ON이 되는 푸시버튼 스위치이다. DS408은 한번 누르면 ON, 또 한번 누르면 OFF의 동작(올터네이트라고 한다)을 반복하는 푸시버튼 스위치로서 토글스위치 등으로 해도 된다.

제작해 보자

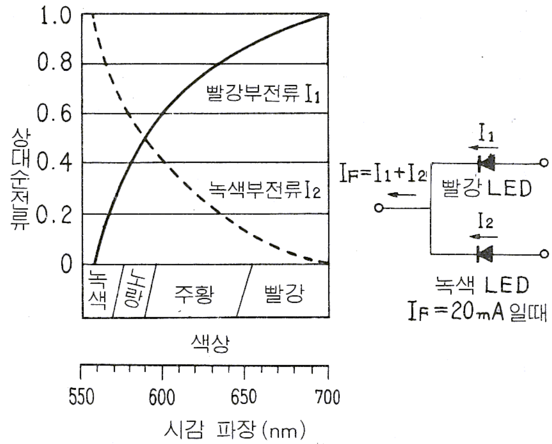
이렇게 재미있는 게임을 손수 만들 수 있는 것이므로, 분발해서 한번 만들어 보자. 여기서는 알기 쉽게 각 제작공정별로 나누어 설명한다.

기판…필자가 3일 걸려 생각해 낸 패턴이 있으므로, 납땜만 할 수 있으면 여러분도 간단히 만들 수 있다. 기판은 감광기판 12K 1장 크기와 같다. 감광기판이라 하면 좀 알고 있는 사람이면 곧 거기에는 마스크지가 필요함을 알게 될 것이다.

그리고 본기에서는 패턴 간격을 모두 0.1인치로 설계했기 때문에 IC용의 만능기판(ICB- 96가 알맞지만 구멍이 2열분이 부족해지므로, 필요한 곳에 드릴로 구멍을 뚫어 사용하기 바란다)이라도 충분히 쓸 수 있다. 그 경우 부품의 다리나 0.5㎜ 정도의 주석도금선을 사용하여 본기의 패턴대로 자신이 패턴을 만들면 된다.

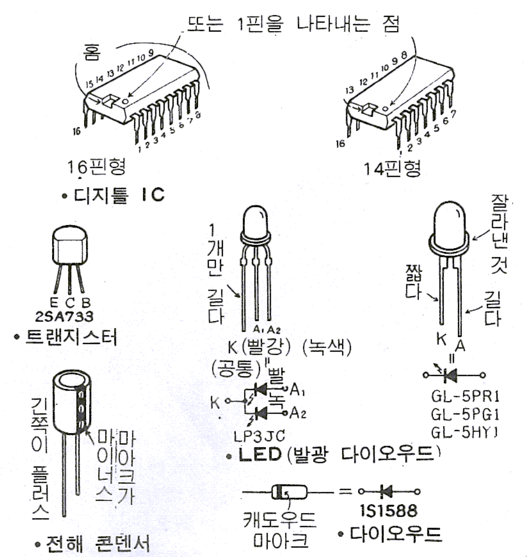
부품의 고정…부품은 IC소켓(10개), 부품을 타고 넘지 않을 점퍼선(23개), 저항(41개), 반

〔그림 5〕 LP3JC의 순전류－색상특성



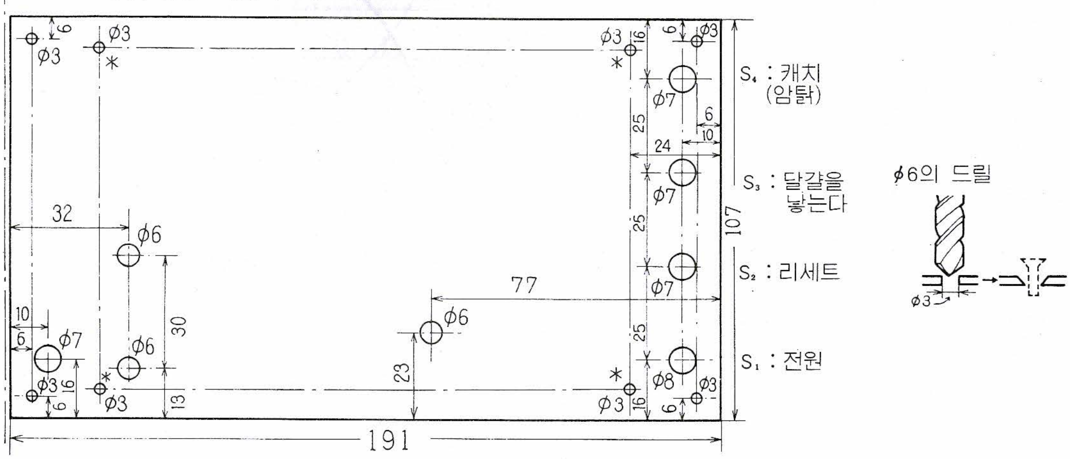
거의 $I_1=I_2$일 때 노란색이 되는 것을 알 수 있다.

〔그림 6〕 극성이 있는 부품의 다리를 보는 법



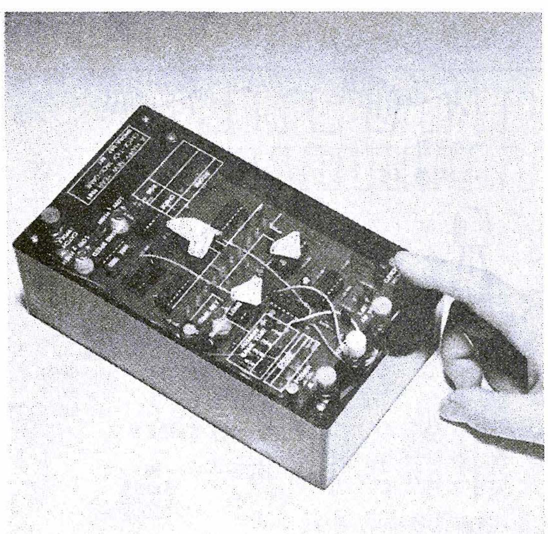
〔그림 7〕 아크릴판의 구멍뚫기의 가공도

〔주의〕 *표된 ϕ3의 구멍(4개)에는 접시머리나사가 들어가기 때문에 구멍을 뚫은 다음, ϕ6의 드릴로 깎는다



고정저항(3개), 콘덴서(21개), LED(26개), 트랜지스터(1개), 다이오우드(12개 중 1개는 IC를 소켓에 넣어 묶는다). 부품을 타고 넘을 점퍼선(4개)의 순으로 하면 될 것이다. 이 때 IC 소켓(홈이나 1핀의 표시가 있다), 전해콘덴서, LED, 트랜지스터, 다이오우드에는 극성이 있으므로 실체도나 〔그림 6〕을 잘 보고 고정한다. 그리고 마지막으로 IC의 방향에 주의하여 소켓에 끼워 넣는다.

케이스…본기의 경우에는 195×113×60mm 이라는 것을 사용했는데, 같은 것일 경우에는 거기에 붙어 있는 알루미늄 뚜껑을 떼고, 그 대신 2mm의 아크릴판(빨강과 녹색의 빛을 통하는 색깔)을 〔그림 7〕과 같이 재단 구멍 뚫기 가공을



〔게임 속의 세트〕

한 다음, 사진 등을 참고하여 인스턴트 레터링을 넣고, 스위치 5개를 붙인다. 그리고 기판에서 스위치나 전지 박스, 압전 버저 등에 대한 배선을 한 다음, 기판을 15mm의 암나사가 있는 스페이서를 사용하여 아크릴판에 〔그림 8〕과 같이 고정시킨다.

그리고 케이스의 옆면에 압전 버저용 소리 구멍(ϕ5)을 1개 내고, 압전 버저와 전지 박스를 양면 테이프로 케이스에 고정시킨다. 그리고 다음의 동작 체크가 되었으면 아크릴판을 케이스에 나사 4개로 고정시켜 완성한다.

동작 체크

〈체크 1〉 전체전류 S_1을 OFF 상태로 하고, 이 양 끝에 100～300mA 정도의 전류계를 넣어 전체전류를 재어 보자. 그러면 리세트하여 타이머의 녹색 LED 4개만이 켜져 있을 때에는 약 20mA, 모든 LED가 켜졌을 때는 약 76mA가 흐르고 있으면 정상이다.

〈체크 2〉 (동작)에서는 S_1을 ON으로 하여 실제의 게임에서는…」 에서 말한 것과 같은 동작을 하는 것을 확인한다.

잘 동작하지 않을 경우에는…

본기는 디지틀 IC로 구성되어 있기 때문에 원만하게 조립하면 반드시 동작을 할 것이다. 만일 잘 동작하지 않으면 다음을 잘 점검해 보자.

① 기판의 패턴 착오나 패턴의 단절, 납땜상의 단락사고나 납땜을 빠뜨린 곳이 없는가?

② 극성이 있는 부품의 극성이나 부품의 상수를 잘못 읽은 것은 없는가?

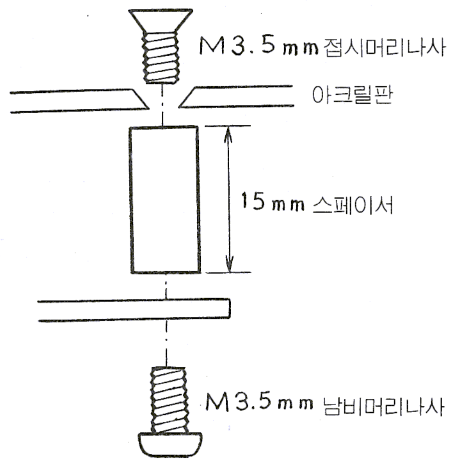
게임하는 법과 규칙

게임하는 방법은 〔그림 1〕에서 설명한 것과 같고, 아뭏든 많이 득점한 쪽이 승리이다. 다만 게임을 더 재미있게 하기 위해서 다음과 같은 규칙을 정하기로 한다.

① 「삐악 삐악」이라든가 「부우」 등의 소리가 나는 동안은 절대로 어느 스위치도 눌러서는 안된다.

② 각 득점은 이리가 달걀을 먹었을 때 1점, 병아리를 먹었을 때 3점, 암탉이 병아리를 먹었을 때 4점으로 한다. 그러면 늑대는 달걀일 때 먹는 것이 유리한가? 암탉이 부화한 후에 먹는 것이 유리한가? 또 암탉은 2군데 중 어디에서 병아리를 까는 것이 유리한가 등, 실제로 해 보면 여러가지로 생각하게 되어 아주 재미있다.

〔그림 8〕 기판과 아크릴 패널에 고정한다



부 품 표

디지틀 IC
- **MC14001B**(C-MOS) ··· 3
- **MC14011B**(〃) ··· 2
- **MC14015B**(〃) ··· 2
- **MC14093B**(〃) ··· 1
- **CD40192BE**(〃) ··· 1
- **SN74LS42**(TTL) ··· 1

IC 소켓(자신 있는 사람은 사용하지 않아도 된다)
- 14P ··· 6
- 16P ··· 4

트랜지스터
- **2SA733**(PNP의 소신호용) ··· 1

LED(발광 다이오우드)
- **LP3JC**(2색 LED) ··· 10
- **GL-5PR1**(빨간 LED) ··· 4
- **GL-5PG1**(녹색 LED) ··· 4
- **GL-5HY1**(노란 LED) ··· 8

다이오우드
- **1S1588**(스위칭용) ··· 12

저항 1/8~1/4W P형 카아본 5~10% 오차
- 390Ω ··· 16
- 680Ω ··· 1
- 1kΩ ··· 2
- 100kΩ ··· 12
- 1MΩ ··· 8
- 10MΩ ··· 2

반고정저항 1MΩ(B형 커어브 : ϕ10) ··· 3

콘덴서(내압은 모두 10V 이상이면 된다)
- 100pF 100V(세라믹) ··· 1
- 100pF 100V(마일러) ··· 3
- 0.01μF 100V(세라믹) ··· 2
- 0.01μF 100V(마일러) ··· 4
- 0.033μF 100V(마일러) ··· 1
- 0.1μF 50V(마일러) ··· 1
- 0.22μF 100V(폴리카아보네이트) ··· 2
- 1μF 50V(전해) ··· 3
- 4.7μF 25V(전해) ··· 1
- 33μF 16V(전해) ··· 2
- 100μF 16V(전해) ··· 1

붙박이 ··· 8

포지 감광기판 12K(150×100mm) ··· 1
(또는 만능기판)

압전 버저 ϕ30(케이스들이) ··· 1

스위치(모두 푸시스위치)
- DS 193(누르면 ON이 된다) ··· 4
- DS 408(올터네이트) ··· 1

케이스(195×113×60mm) ··· 1

아크릴판 191×107×2mm(투명에 가까운 것) ··· 1

건전지 AAM ··· 4

전지 박스 AAM×4용 ··· 1

FC-1용 전지 스냅 ··· 1

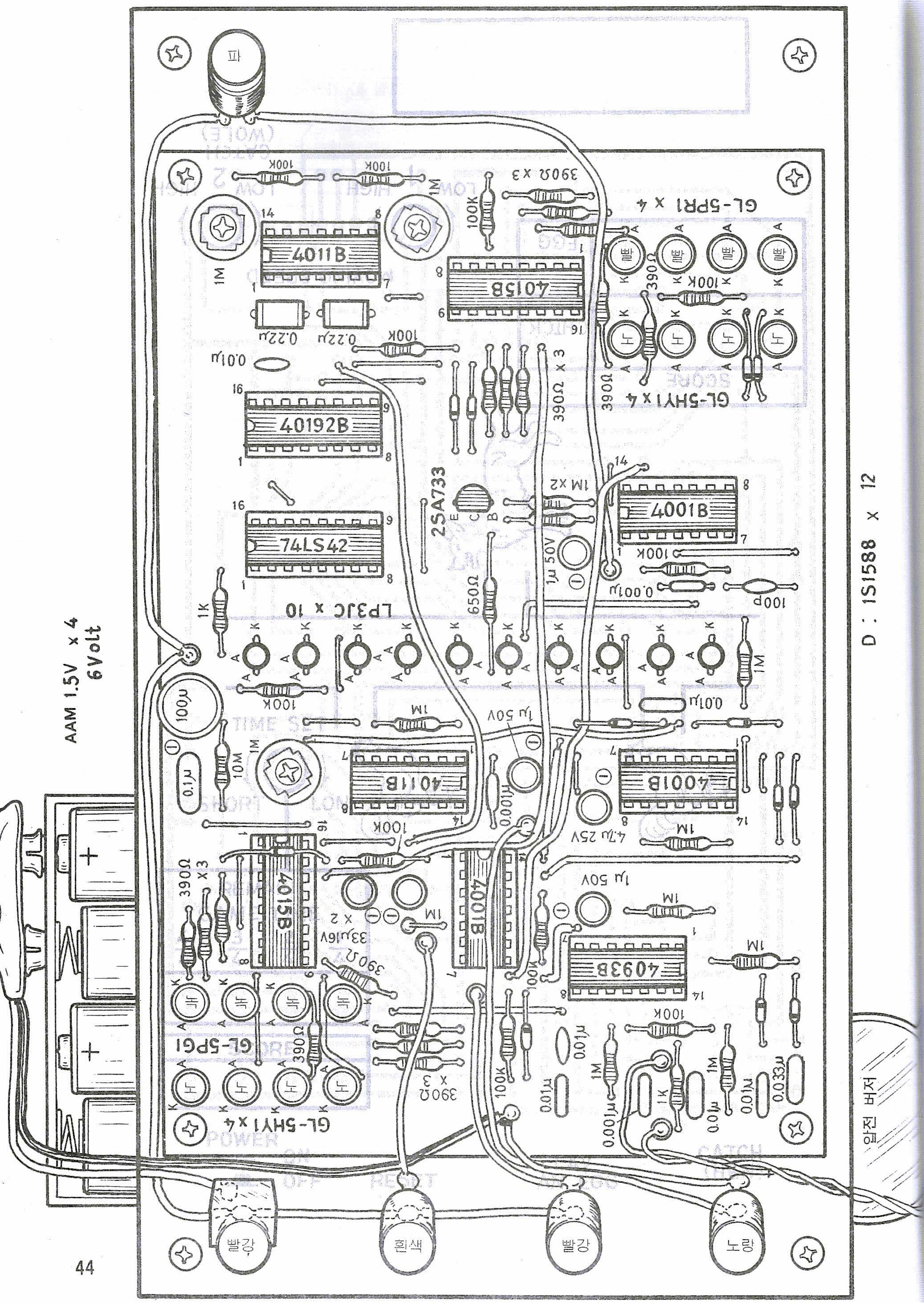
스페이서 15mm(암나사가 절삭되어 있는 것) ··· 4

접시머리나사 5mm짜리 ··· 각 4

단심 비닐코오드(점퍼선용) ··· 1m 정도

배선용 비닐 코오드 ··· 1m 정도

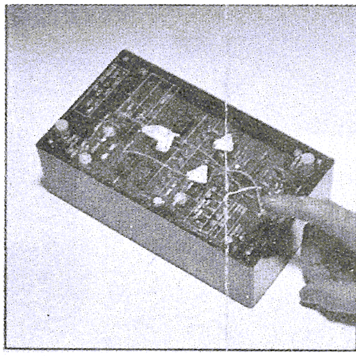
기타
- 프린트 기판(만능기판을 사용할 경우에는 필요 없다) ··· 1
  현상액 ··· 1주머니
  에칭액(폐액처리 붙은 것이 좋다) ··· 200mℓ
  현상·에칭용 용기 180×120×40mm 정도. 식품담았던 용기가 좋다 ··· 1
- 아크릴판의 재단과 구멍 뚫기에 사용할 아크릴 커터 ··· 1
- 공구 납땜인두(20~30W 정도가 좋다), 니퍼, 라디오펜치, 드릴과 드릴날, 자 등. 정화제(cleanser)와 내수 페이퍼, 땜납


AAM 1.5V x 4
6Volt
D : 1S1588 x 12
4011B
40192B
74LS42
4015B
4015B
4001B
4001B
4011B
4093B
2SA733
GL-5PR1 x 4
GL-5HY1 x 4
LP3JC x 10
GL-5PG1
GL-5HY1 x 4
압전 버저
빨강
흰색
빨강
노랑
파

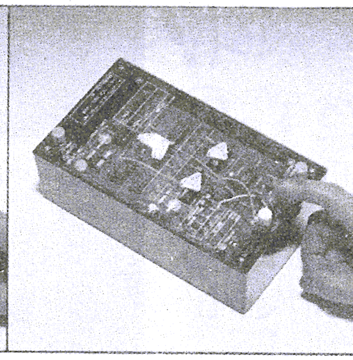
틱 틱 택 게임

☆게임하는 방법

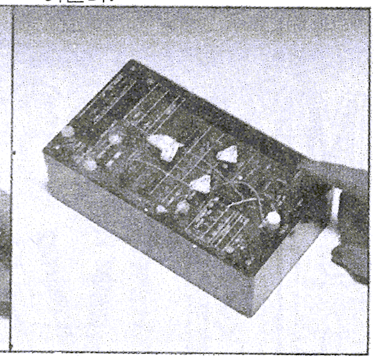
① 리세트를 누르고 게임 개시



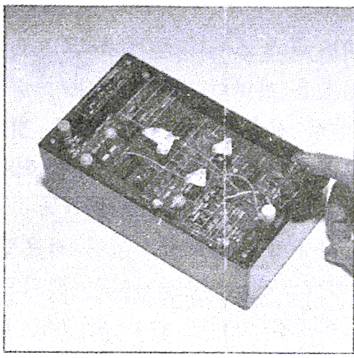
② 달걀을 놓으면 가운데 줄에 빨간색 LED가 달린다



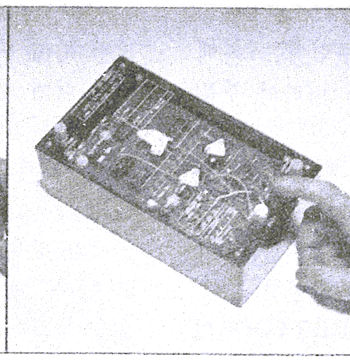
③ 암탉은 ③이나 ⑨의 LED가 점등하면 캐치를 누른다. 그러면 LED는 노란색으로 바뀌어진다.



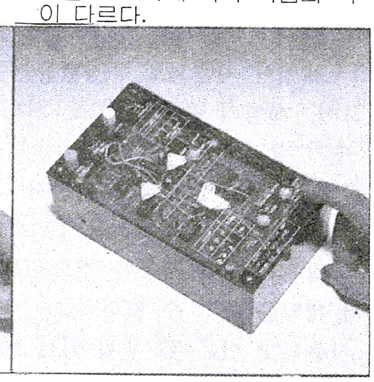
④ ③이나 ⑨가 점등하면 한번 더 캐치를 누르면 득점된다.

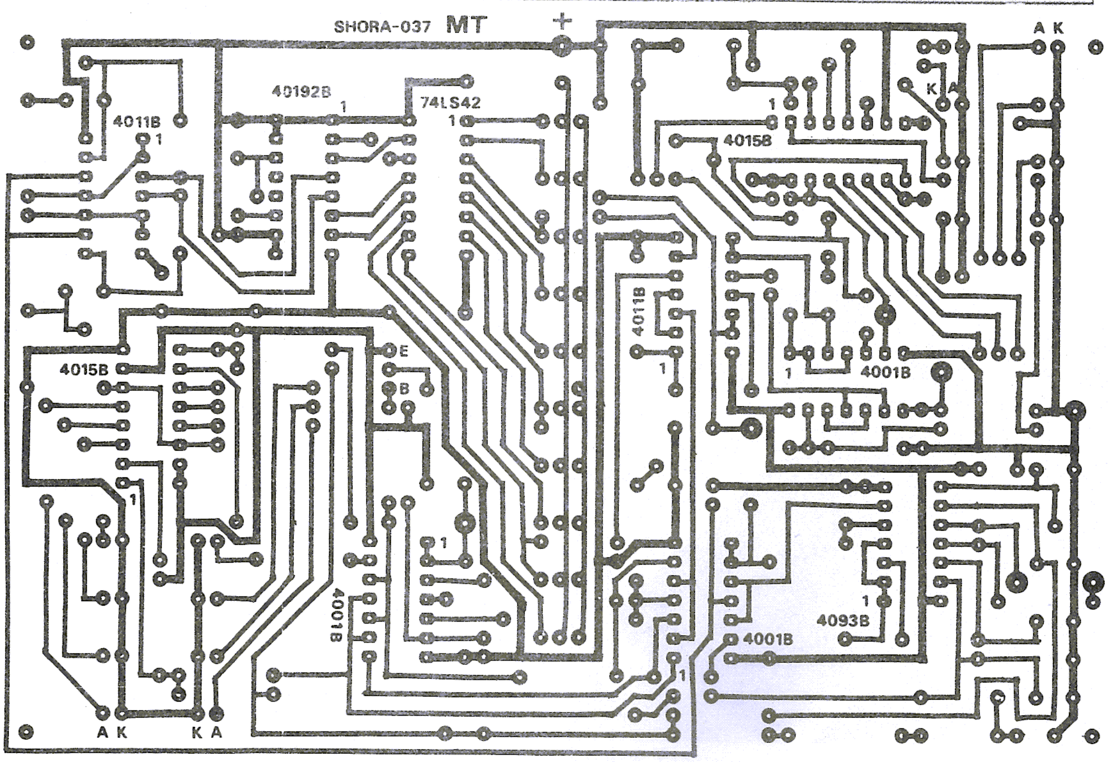


⑤ 게임 시간이 있는 동안은 달걀을 놓을 수 있다.



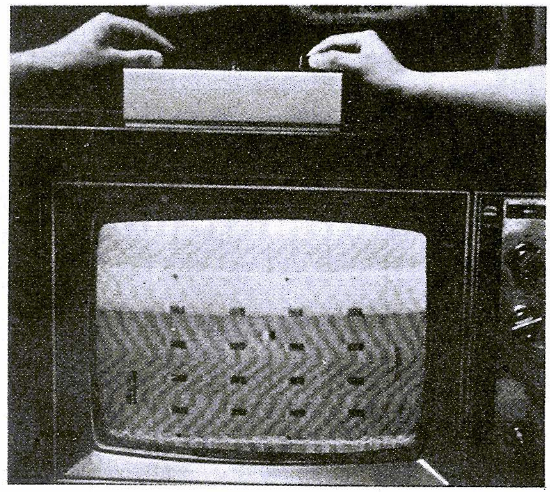
⑥ 이리는 LED ⑥이 점등했을 때 캐치스위치를 누른다. 어느 것을 잡느냐에 따라 득점의 색이 다르다.





패턴의 원치수

한 세트로 20게임이나 즐길 수 있다! MM57106을 사용 최신 TV게임



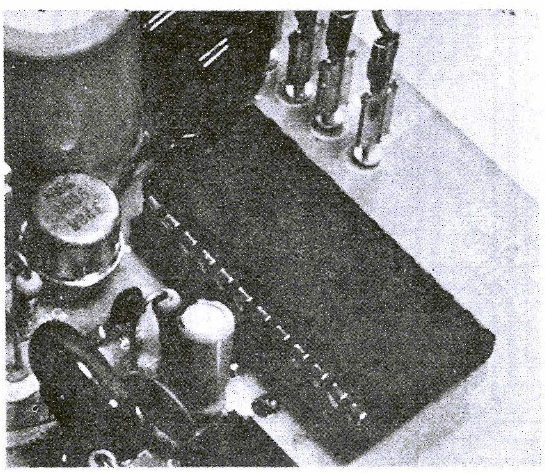
TV게임이 처음으로 등장했을 무렵에는 흑백으로서, 게임의 종류도 적고, 거기 비하여 부품의 수가 많았다.

그 후 흑백에서 컬러로 되면서, 게임의 종류도 늘어났다. 여기서 제작하는 TV게임은 LSI (대규모 집적회로)를 사용한 것으로서, 20종류 이상의 게임을 즐길 수 있다. 그 주목할만한 LSI를 사용하고 있는 TV게임 키트 **NS57106K**의 제작을 소개한다.

◎ 회로와 부품

LSI는 물론 IC(집적회로)를 사용하여 무엇인가 만들려고 할 때, 돌의 내부가 어떤 구조로 되어 있는지를 알 필요는 거의 없다.

필요한 것은 어느 다리(리이드선이나 단자를 말한다)에 어떤 신호를 가하고, 어느 쪽의 다리에서 어떤 신호를 꺼내면 되느냐이다.



〔사진 1〕 TV 게임용 IC, MM57106

그러나 기능이 전용화되면 이와 같은 것도 필요 없게 되고, 어디와 어디를 배선하면 되는가, 하는 것을 알고 있으면 무엇이든지 만들 수 있다.

이와 같은 사용법을 블랙박스적인 사용법이라고 한다. 블랙박스란 검은 상자라는 의미로, 내용을 모르는 회로를 가리켜 하는 말이다. LSI를 보면 검은 플라스틱에서 그리마와 같이, 다리가 몇개 나와 있을 뿐 내부는 보이지 않는다. 블랙박스라는 이름에 안성마춤인 부품이다.

본기는 3개의 돌로서 TV게임을 구성하게 되어 있다. 먼저 게임의 본체인 LSI로서, **MM57106**이라는 돌을 사용한다. 이 속에 20종류 이상의 게임을 위한 회로가 들어 있는 것이다.

그리고 TV의 동기신호 등을 만드는 클럭용의 IC로서, **MM53104**를 사용한다. 그리고 컬러의 신호를 만들어 내기 위하여 컬러용 모듈레이터 IC로서, **LM1889**의 합계 3개의 돌을 이음으로써 컬러의 TV게임이 완성된다.

이미 6게임용의 TV게임을 만들어 본 사람은 게임용 LSI의 명칭이 좀 다른 것을 알 수 있을 것이다. 6게임용의 LSI는 **MM57100**으로서, 이것을 사용한 **MM57106** 은 6게임용을 개량하여 23게임으로한 것이다.

그러나 메이커에서도 신경을 쓰고 있는데, 두 가지가 모두 단자의 기능은 같고, 내용만 다를 뿐이므로, 똑 같은 회로로 돌을 바꾸면 23게임

도 되고 6게임도 된다.

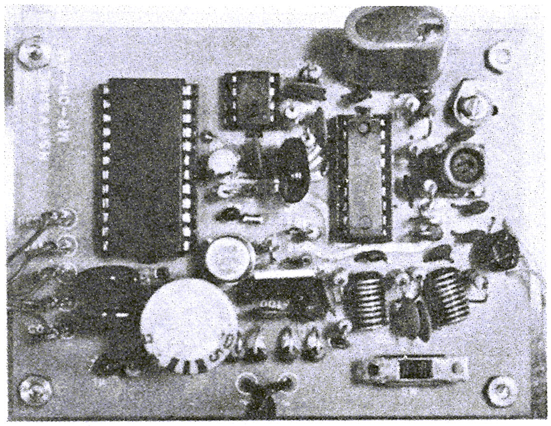
이미 **MM57100**을 사용한 TV게임을 가지고 있을 경우, **MM57106**만 구하면 곧 20게임의 TV게임으로 변한다.

〔그림 1〕이 본기의 전체회로도이다.

TV게임의 기능의 대부분은 이 3개의 LSI속에 들어 있지만, TV게임을 구성하기 위해서는 그 밖에도 부품이 필요하다. LSI에 필요한 전압을 만들어 내기 위한 전원회로라든가, 정확한 동기신호를 만들기 위한 수정(크리스털), TV의 전파를 발진시키기 위한 코일 등이다.

전원은 가정용 100V를 트랜스로 18V 정도로 낮추고, 다이오우드로 정류하여 μA78M15라는, 안정화전원용의 IC로 15V의 안정된 전압으로 한다. 또, **2SA606**과 저항으로 전압을 낮추어 9V도 만든다.

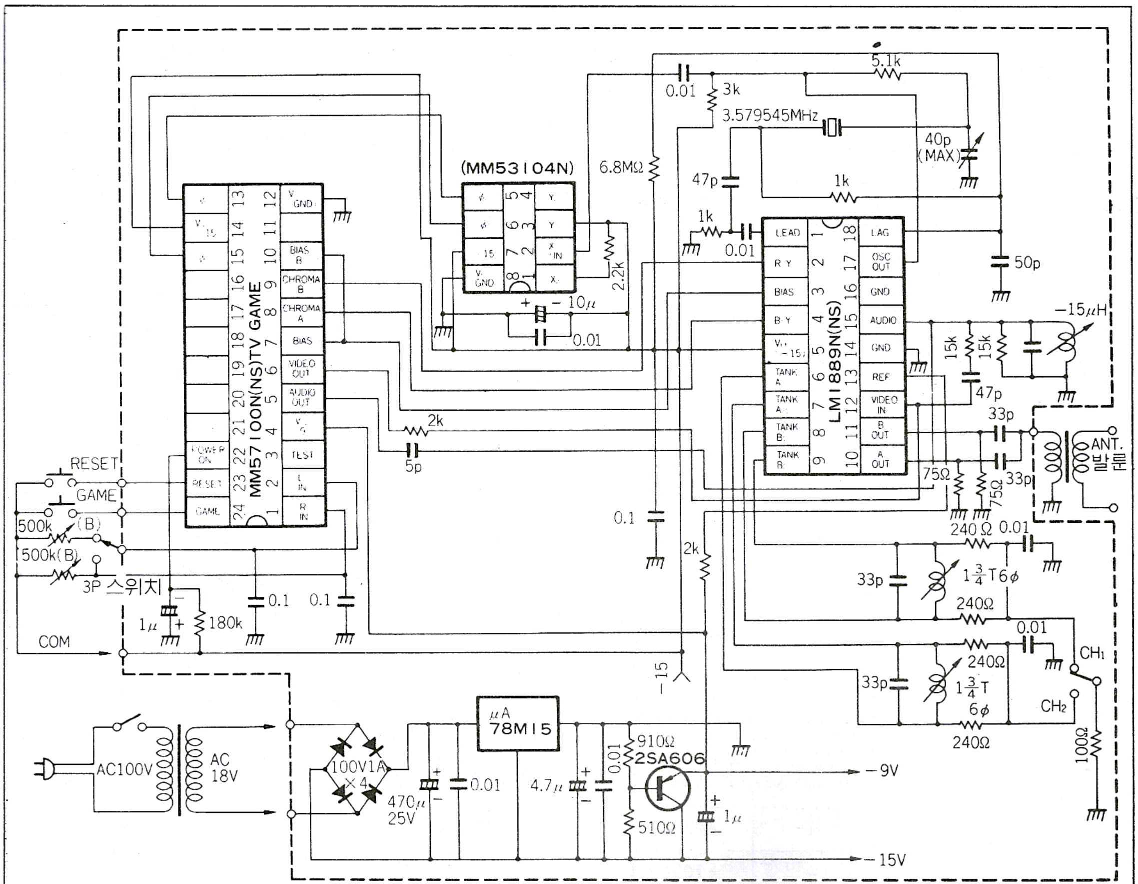
수정은 컬러 TV에 사용되어 있는 3.579545 MHz라는 주파수의 것으로서, 50pF 트리머 콘



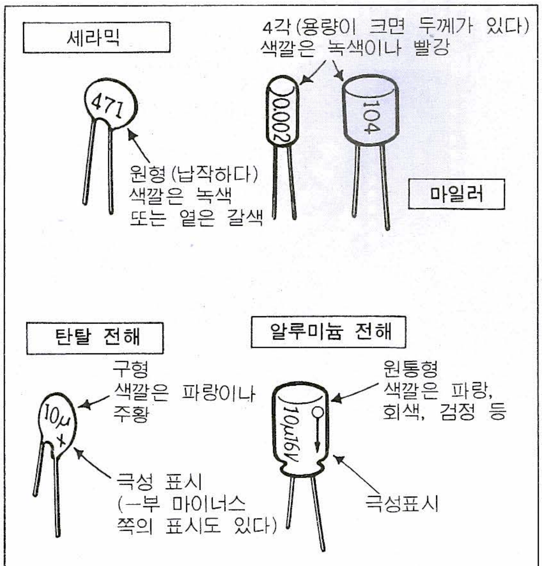
〔사진 2〕 본기의 프린트기판

덴서로 정확한 주파수를 발진시킨다.

TV를 개조하지 않아도 되게 게임 본체와 TV의 접속은 전파를 사용한다. 1채널, 또는 2채널의 주파수를 발진시키고, 그것을 변조하여 미니 방송국과 같이 하는 것이다. 소리도 나오도록



〔그림 1〕 본기의 전체회로도



〔그림 3〕 콘덴서의 종류

3.5 MHz용의 모노코일로 변조를 걸고 있다.

◎ 조 립

부품을 고정시키는 순서는 부품의 키가 작은 것부터 먼저 하면 수월하다. 이 경우는 양면기판으로서, 상하의 패턴을 접속하기 위하여 8개소를 납땜한다. 기판의 구멍에 주석도금선을 넣고 기판의 상하에서 패턴에 납땜하면 된다.

다음에는 LSI용의 소켓을 붙인다. 이 때 소켓을 붙여 버리면 나중에 IC의 방향을 알 수 없게 되어 버리므로, 매직으로 기판에 IC의 방향을 나타내는 칼금을 넣어 둔다.

저항의 저항값은 컬러 코우드라는 색깔로 표시가 되어 있다. 컬러 코우드를 읽는 법은 첫째 색띠가 어느 한쪽의 리이드선쪽에 가까이 있기 때문에 가까이 있는 쪽을 좌로 하여 저항을 옆에 둔다.

보통은 오른쪽 색깔이 금색이나 은색이 될 것이다. 맨 왼쪽의 색이 최초의 숫자를 나타내고, 왼쪽에서 2번째 색이 다음 숫자를 나타내고, 3번째의 색은 그 뒤에 잇따른 0(제로)의 수가 된다. 최후의 맨 오른쪽 색은 저항값의 오차를 나타낸다. 예컨대 『갈색·검정·노랑·금색』으로 되어 있으면 100, 000Ω, 즉 100kΩ이 되고, 오차는 ±5%가 된다.

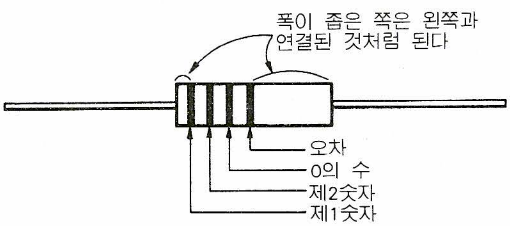
콘덴서의 용량은 2자리 또는 3자리의 숫자로 표시되어 있지만, 이 숫자가 그대로 용량을 나타내는 것은 아니다.

최초의 2문자(10pF 미만은 1자리일 수도 있는데, 이것은 그대로 용량의 크기이다)가 숫자를 나타내고, 3문자째가 0의 수를 나타낸다.

이를테면 「474」라고 되어 있으면 470,000 pF, 즉 0.47μF이 된다. 「33」으로 되어 있으면 이것은 그대로 33pF이다.

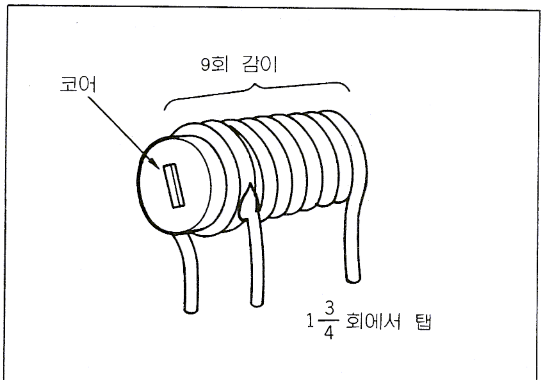
세라믹형과 마일러형에는 극성은 없지만 탄탈형과 알루미늄 전해형에는 극성이 있다. 탄탈은 플러스쪽에 시일이 있고, 알루미늄 전해는 마이너스쪽에 시일이 있기 때문에 〔그림 3〕을 잘 보고 틀리지 않게 주의하기 바란다.

TV전파를 발진하기 위한 코일은 손수 감아서 사용한다. 6ϕ(지름 6㎜라는 의미)의 코어의 홈에 따라 0.6ϕ의 주석도금선을 9회 감는다. 그런 다음에 감기 시작한 곳에서 1¾회 부분에 탭을 붙인다. 감기 시작의 리이드가 아래로 되어 있으면 1¾회 부분은 옆으로 되기 때문에, 거기에 같은 주석도금선을 납땜하면 된다.



색 명	숫 자	0의 수	오 차
검 정	0	0	—
갈 색	1	1	±1%
빨 강	2	2	±2%
주 황	3	3	—
노 랑	4	4	—
녹 색	5	5	—
파 랑	6	6	—
보 라	7	—	—
회 색	8	—	—
흰 색	9	—	—
금 색	—	—	±5%
은 색	—	—	±10%

〔그림 2〕 컬러 코우드 읽는 법



〔그림 4〕 코일감는법

〔그림 4〕를 참고하기 바란다.

3.5MHz의 모노코일은 3개가 나와 있는 쪽의 가운데 다리를 잘라 버리고 나머지 2개를 사용한다.

다음에는 기판에 나머지 부품을 고정시켜 나간다. 이 때는 기판의 왼쪽부터라든가, 오른쪽부터라든가 하는 방향을 정하여 차례대로 부품들을 고정시켜 나가면 빠뜨리는 일이 없을 것이다.

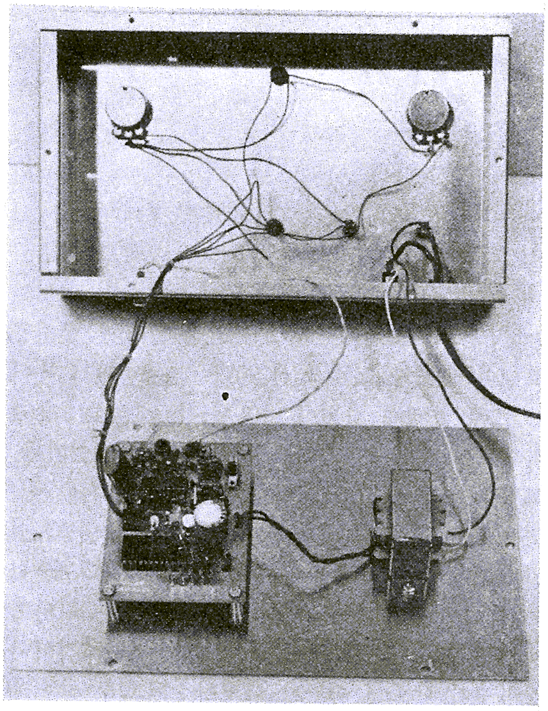
프린트 기판의 배선이 끝나면 케이스의 가공을 한다. 케이스는 약간 큰 것을 사용하는 것이 친구나 가족과 같이 게임을 할 때 사용하기 좋을 것이다.

케이스에 붙이는 것은 패들을 조작하기 위한 볼륨이 2개, 전원 스위치, 플레이어수 전환 스위치, 게임 셀렉트 스위치, 게임 리세트스위치, 퓨우즈 호울더, 비디오 출력(여기까지는 케이스의 바깥쪽에 부품이 나온다) 트랜스와 배선이 끝난 기판이다.

케이스의 디자인은 사용할 사람이 마음에 들도록 하는 것이 가장 좋으며, 사용하기 좋고 맵시있게 하면 된다. 그리고 참고로 〔사진 4〕를 보자. 다만 부품의 구멍은 부품의 종류에 따라 달라진다.

단, 1대만 제작하는 경우에는 치수도를 그리거나 하기보다는 현물에 맞추어 볼륨이면 볼륨이 들어가도록 현물과 케이스를 맞추면서 조금씩 구멍을 키워 나가는 것이 간단한 것 같다.

케이스의 가공 방법은 먼저 중심에 드릴로 작은 구멍을 하나 뚫고, 다음에 리이머로 그 구멍을 키워 나가면 어떤 크기라도 뚫을 수 있다. 더 크게 할 경우에는 섀시 펀치를 사용하면 깨끗이


〔사진 3〕 내부배선의 상태

완성된다.

◎ 조정하자

이제 조립이 끝났으면 조정을 한다. 그러기 전에 조립에 잘못이 없는지 확인하도록 한다. 부족한 부품이나 남은 부품은 없는지 콘덴서나 다이오우드의 고정방법은 올바른지, 트랜지스터의 다리는 틀리지 않았는지 등을 충분히 체크하자.

확인한 결과 이상 없으면 LSI를 소켓에 끼워 넣는다. 이 때 홈타기에 주의하여 방향을 틀리지 않도록 한다. 반대로 끼워 넣어 전원을 넣으면 반드시 IC는 파괴된다고 생각하기 바란다. 큰 것과 작은 것은 홈타기가 다이오우드 쪽으로, 중간 정도의 돌은 수정쪽으로 향하게 된다. 여기서 한번 더 IC류를 포함하여 부품의 확인을 하기 바란다.

또 키트에 딸려 있는 전용의 프린트기판에서는 **MM53104**의 옆에 있는 3kΩ과 0.01μF의 실크인쇄가 반대이기 때문에 주의해야 한다.

다음에 AC플러그를 콘센트에 끼워 넣고 전원스위치를 ON한다. 이 때 연기가 나거나, 타는 냄새가 나면 빨리 전원을 끊고 부품을 확인하기

바란다. 전원용의 IC와 트랜지스터는 뜨거워지기 때문에 접촉해 보아서 뜨거우면 회로가 단락하거나 할 가능성이 있다.

조정하는데는 아무런 측정기도 필요가 없다. 컬러 TV가 1대 있으면 조정할 수 있다. TV의 안테나 단자에 TV게임의 비디오 출력에서 시일드선이나 동축 케이블로 접속하고, 채널은 1이나 2의 비어 있는 쪽으로 한다.

TV를 접속하여 전원 스위치를 넣으면 발진용 코일의 코어를 조금 돌려 본다. 좌우 어느 쪽이든 조금 돌리면 화면이 나온다. 2~3회쯤 돌려 화면이 나오지 않을 때는 배선이 잘못 되었거나, 코일을 잘못 만든 것으로 생각할 수 있다.

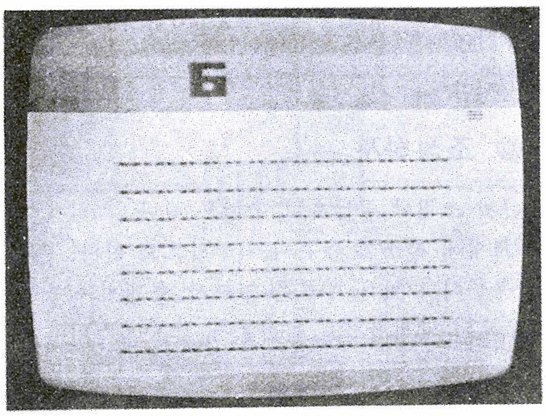
때로는 TV쪽의 주파수가 틀려 있는 수도 있지만, 이 때는 1채널이나 2채널의 프로가 있는 쪽에서 조정하면 화면이 나오지 않는 원인이 게임에 있는지, TV에 있는지 알 수 있을 것이다.

화면이 나오면 똑똑한 화면이 되도록 코어를 조금씩 움직인다. 그다지 세밀하게 맞출 수는 없기 때문에 그 이상은 TV의 파인 튜우닝을 사용하여 정확하게 주파수를 맞추면 될 것이다.

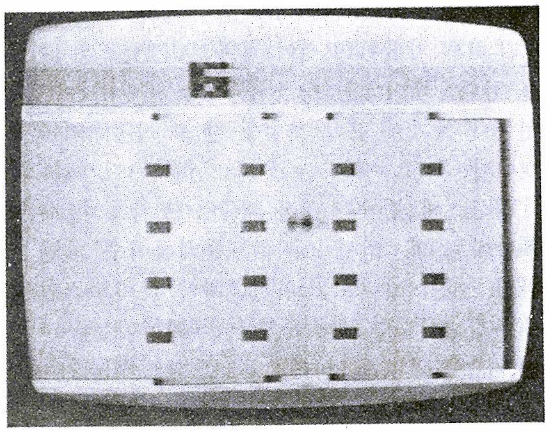
다음에 음성이 나오도록 3.5MHz의 모노코일의 코어를 돌린다. 소리는 보올이 라켓에 닿아 튀어 오를 때 나기 때문에 실제로 보올을 쳐서 사용하면서 잡음이 적고, 깨끗한 소리가 나도록 조정한다. 이 때 TV의 음량은 조금 크게 해 두는 것이 조정하기가 수월하다.

조정에 있어서 맨 나중에 할 일은 색의 조정이다. 이것은 수정의 옆에 있는 트리머 콘덴서로써, 아름다운 색이 되게 하면 되고, 또 간단히 할 수 있다. 트리머 콘덴서는 1/2회전 이상 돌려도 마찬가지로서 좌우로 1/4회전씩의 범위로 조정하면 된다.

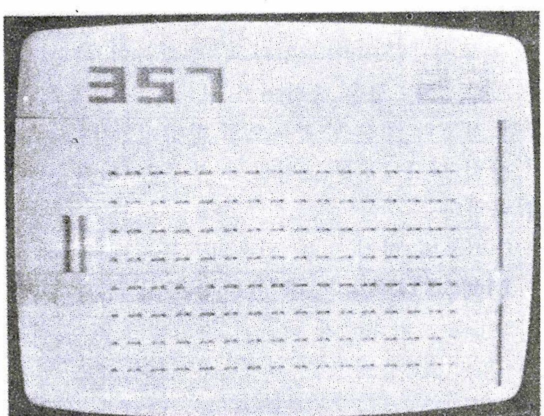
이상 주파수나 음, 색의 3가지를 조정하면 완성된다. 주파수는 코일이 2개 있고, 스위치로 전환시켜 1채널과 2채널의 어느쪽으로든 되게



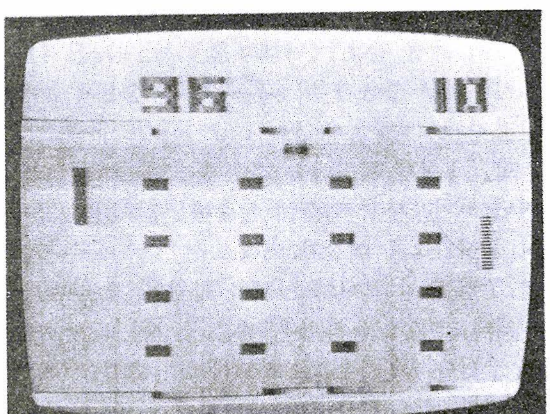
〔와이프아웃 / 핑퐁〕



〔핀보올 / 스쾌시〕



〔와이프아웃 / 스쾌시〕



〔핀보올 / 핑퐁〕

할 수 있다.

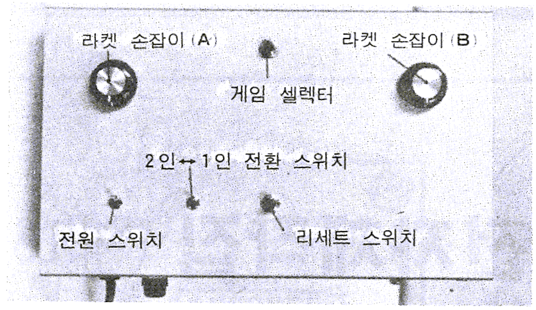
◎ 게임을 해 보자

조립과 조정이 끝났으면 나머지는 실제로 게임하면서 즐기는 것 뿐이다. 게임은 셀렉트스위치로 12종류를 택할 수 있고, 플레이어수를 전환시켜 여러가지 조합이 된다.

게임은 사진과 같이 크게 3종류로 나눌 수가 있다. 즉. 6게임과 같은 테니스와 새로이 23게임용으로 된 와이프아웃과 핀 보올이다. 여기서 게임의 내용을 다 쓰려고 하면 지면이 좀 모자랄 것 같으므로 각 화면만 실어 둔다.

루울은 라켓으로 보올을 쳐서 돌려 보내는 것이 기본이다. 점수의 계산은 상당히 복잡하지만 LSI가 해 주기 때문에 플레이어는 점수에 대하여 염려할 필요는 없다.

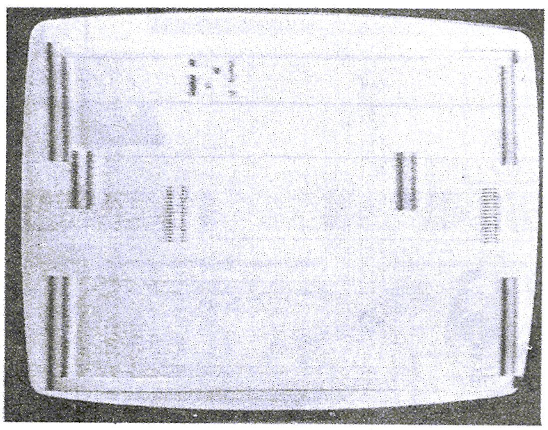
서어브의 회수나 득점으로 1게임이 세트되어 점수가 점멸된다. 리세트 스위치를 누르면 다시



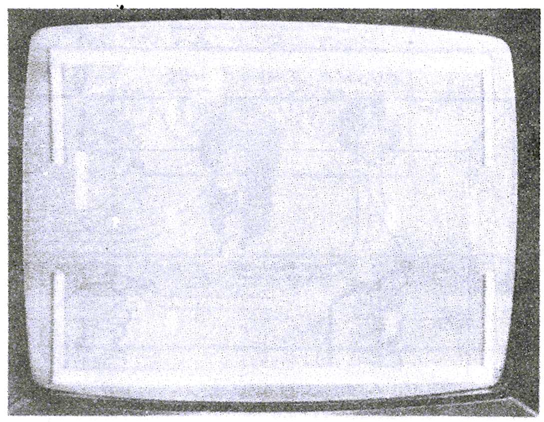
〔사진 4〕 본기 조작부의 레이아웃

플레이가 개시된다.

게임이 계속되면 보올의 속도가 빨라져서 게임이 어려워진다. 실력에 차이가 생겼을 때에는 핸디캡을 붙이면 될 것이다. 리세트를 누를 때, 라켓을 화면의 상단이나 하단으로 해 두면 사이즈가 대→중→소→대로 변화한다.

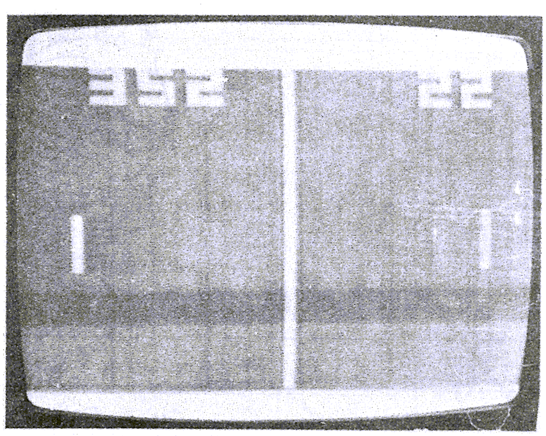


〔하키〕

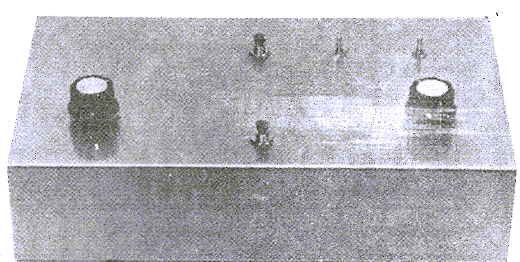


〔테니스〕

여기서 소개한 화면은 본기의 게임의 일부이다. 또 스위치를 전환시킴으로써 혼자서도 게임할 수 있고, 둘이서도 할 수 있다



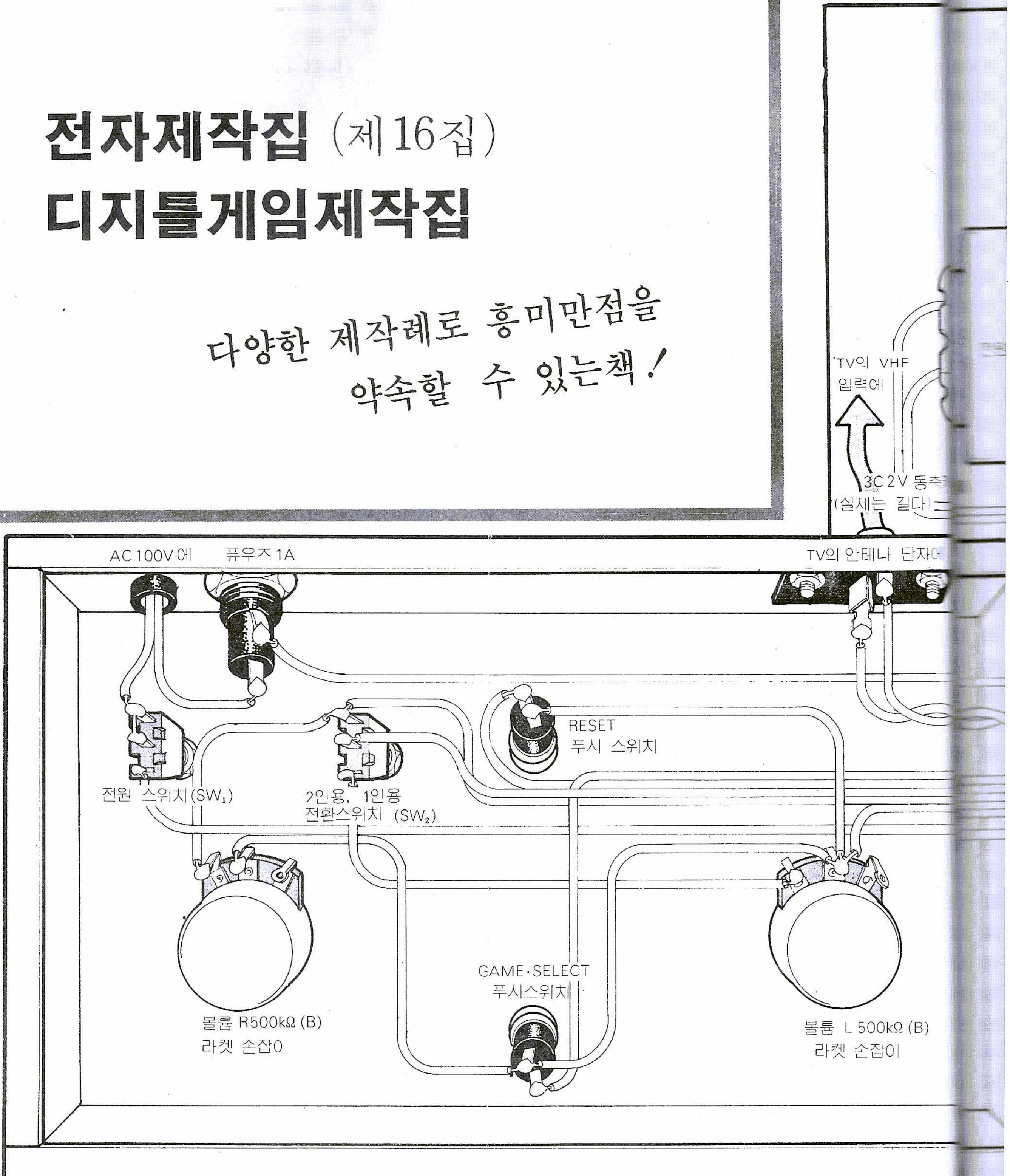
〔사커〕

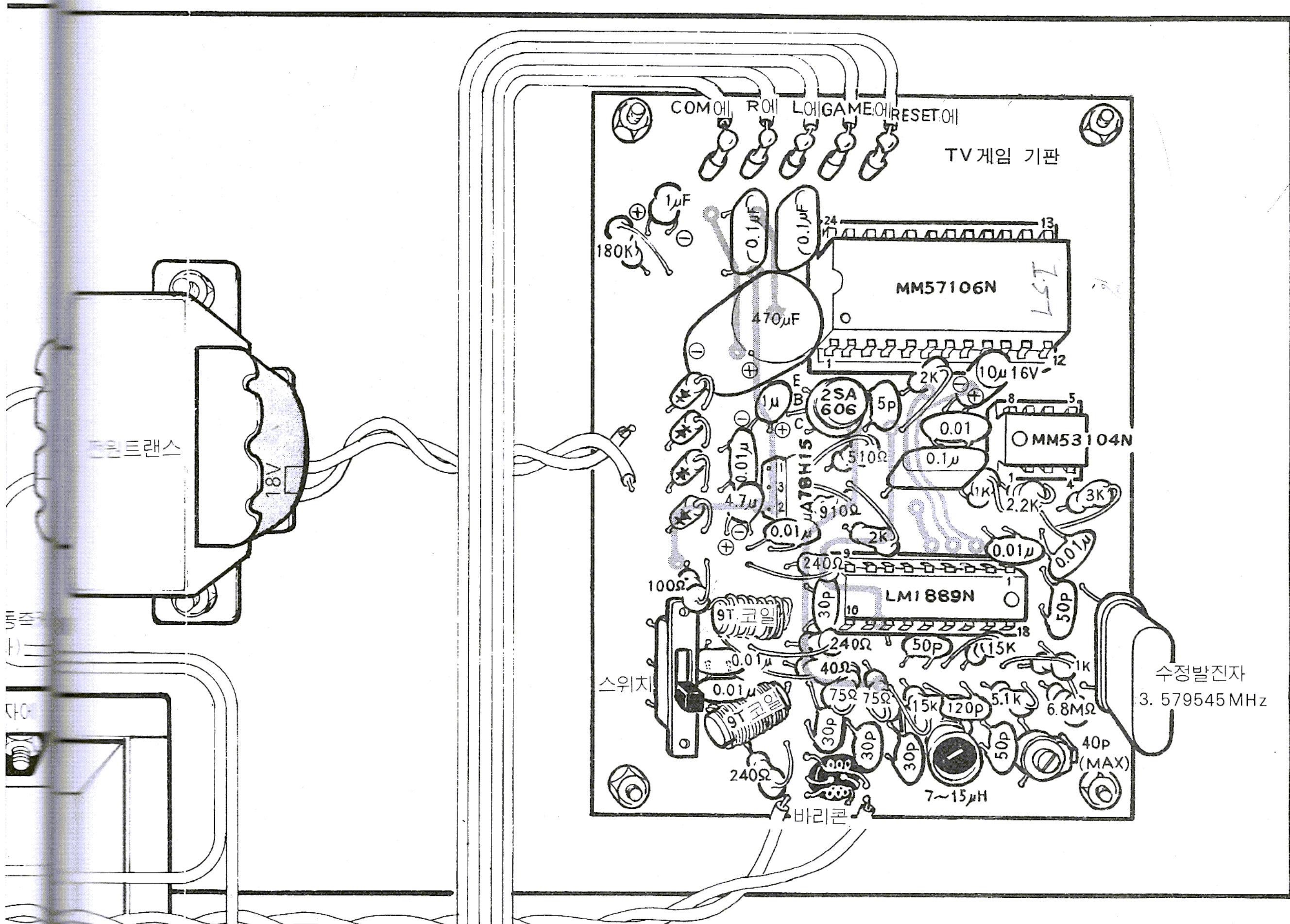


〔완성된 본기〕

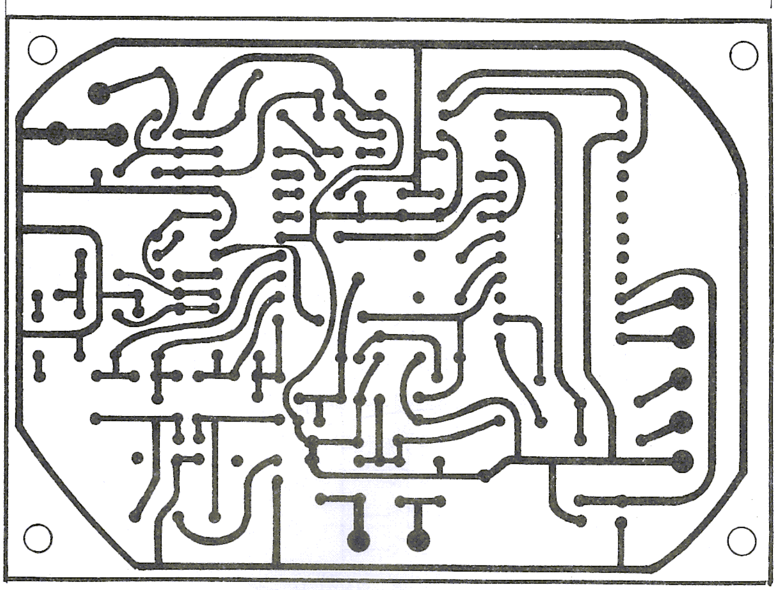
전자제작집 (제16집)
디지틀게임제작집

다양한 제작례로 흥미만점을
약속할 수 있는책!



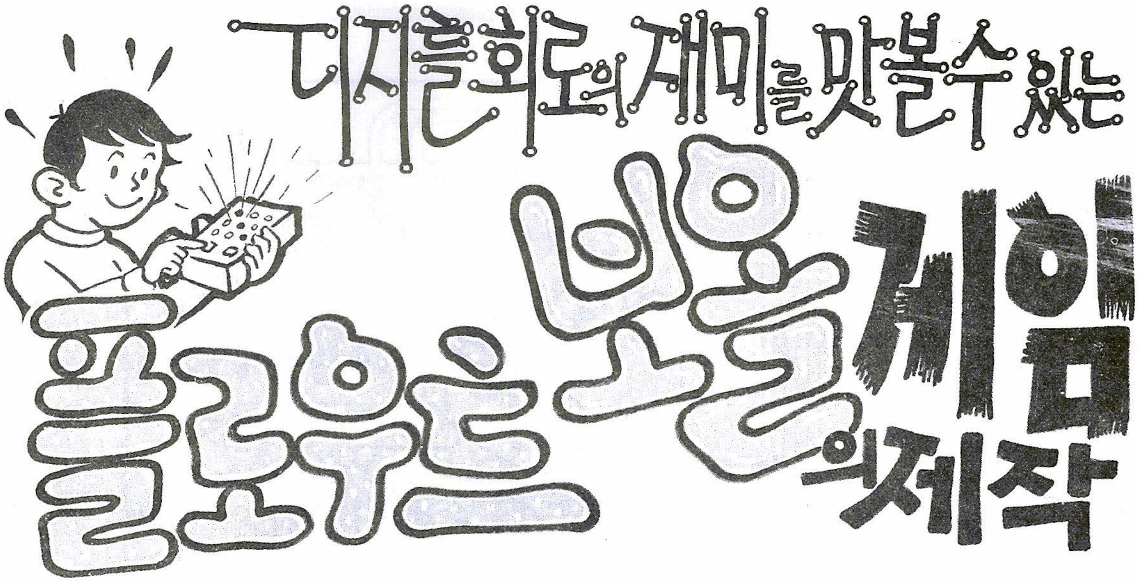

COM에
R에
L에
GAME에
RESET에
TV게임 기판
MM57106N
470μF
MM53104N
2SA 606
μA78M15
LM1889N
18V
스위치
9T 코일
수정발진자
3. 579545MHz
7~15μH
40P (MAX)
바리콘

94 밀리



디지틀회로의 재미를 맛볼수 있는

플로우트 보올 게임의 제작



디지틀 게임을 자작하는 재미는 배선만 틀림없이 하면 거의 조정할 것 없이 확실하게 동작하는데 있다. 이 「플로우트 보올 게임은 IC 1개로 만들 수 있고, 제작시간은 약 5시간, 커피를 마시면서 천천히 만들 수 있는 디지틀 제작의 결정판이다.

그런데 플로우트 보올 게임이란, 공을 상대방 고울에 될 수 있는대로 빨리 넣는 그 솜씨로 승부를 겨루는 게임이다. 2인용이기 때문에 고울은 자기 것과 상대방 것 둘이다. 〔그림 1〕을 보자.

스위치를 넣으면 LED(보올)는 노오멀의 위치에서 점등한다. 플레이어 1은 2개의 스위치(상하, 좌우)를 사용하여 보올(LED)을 움직이고 고울 Ⓑ를 노린다. 동시에 플레이어 2도 2개의 스위치를 사용하여 고울 Ⓐ를 노린다.

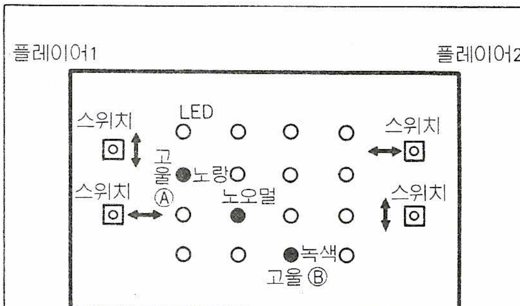
그러나 이 게임의 특색은 보올이 스위치의 움직임에 따라 속도가 늦어지는 감을 주는데 있다. 이 속도로 인한 시간의 지연과 스위치를 누르는 타이밍이 승부를 결정하는 열쇠가 된다.

이 게임은 단 1개의 IC로 만들 수 있는 디지틀 회로 입문자에게 알맞는 매우 재미있는 게임이다.

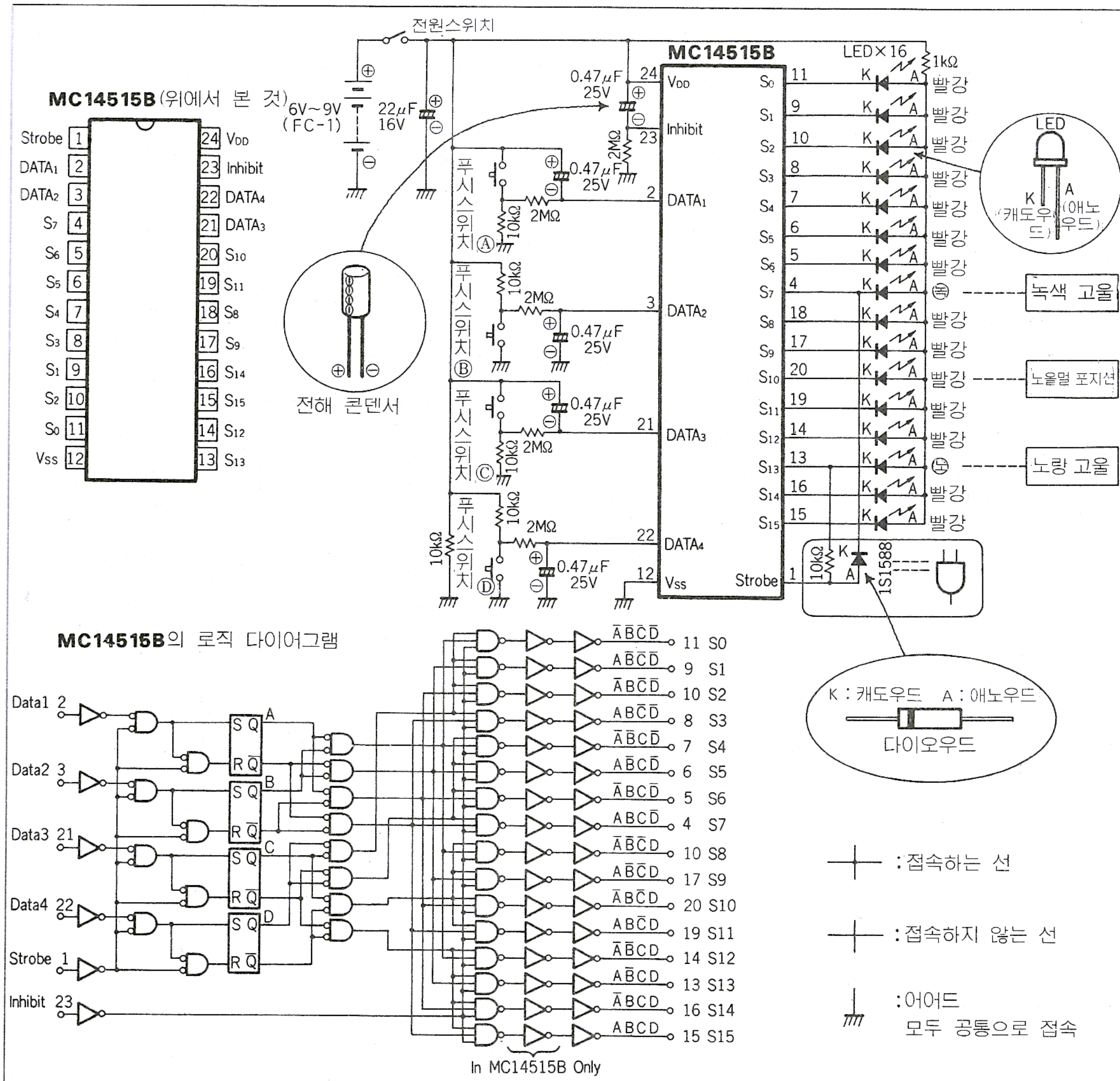
회로에 대하여

IC 1개로 게임을 만들려고 생각하는 것은 존 쉬운 일이 아니다. 〔그림 2〕가 본기의 회로도이다. 여러분이 잘 아는 2진법 4자리의 신호를 16진법 신호로 바꾸는 디코우더 IC **MC14515B**를 사용한다. **MC14515B**는 2진법 4자리에 의하여 선택되고, S_0에서 S_{15}까지의 16의 출력단자가 선택되었을 때만 L출력이 된다.

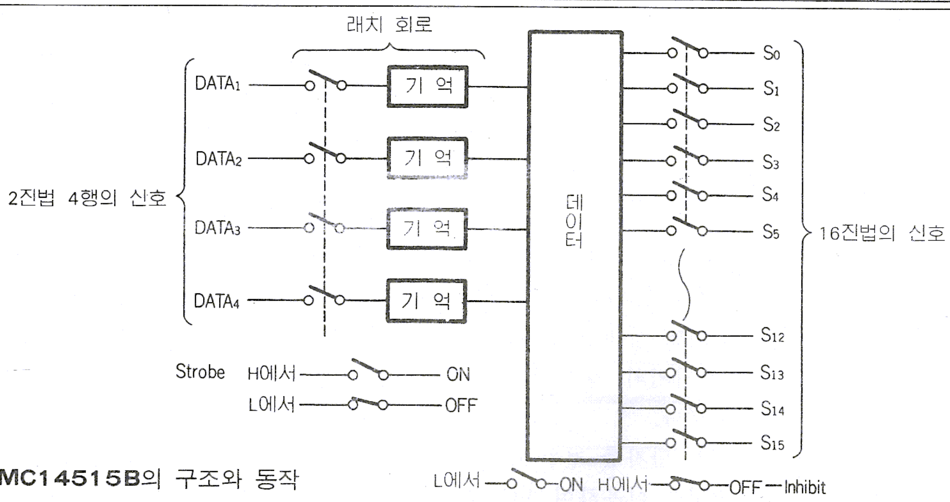
그럼 **MC14515B**의 작용을 자세히 이야기한다. 〔그림 3〕과 같이 **MC14515B**는 래치회로라고 불리는 기억회로의 1종과 디코우더 회로로 되어 있다. 이 〔그림 3〕과 〔그림 2〕의 회로도를 동시에 보면 알기 쉬운데, 인히비트(Inhibi t) 단자는 2MΩ을 통하여 어어드에 내려져 있어 출력은 L로 되어 있으므로, 디코우더의 출력은 $S_0 \sim S_{15}$에 출력된다. 만일 푸시 스위치 Ⓐ~Ⓓ의 어느 것도 누르지 않을 때(노오멀 포지션… 아무것도 하지 않을 때)는 DATA, (데이



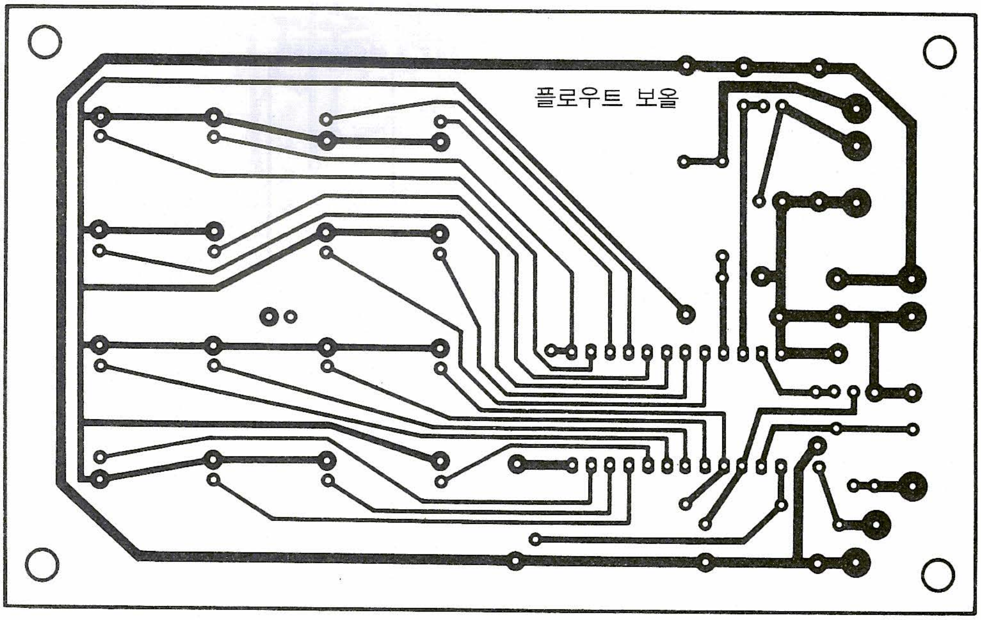
〔그림 1〕 플로우트 보올 게임 하는 법



〔그림 2〕 플로우트 보올 게임의 전체회로도



〔그림 3〕 **MC14515B**의 구조와 동작



〔그림 4〕 본기의 프린트 패턴(원치수)

터$_1$)은 2MΩ과 10kΩ으로 분압되어 L가 된다. 마찬가지로 DATA$_2$는 H, DATA$_3$은 L이고, DATA$_4$는 H이다. 그렇기 때문에 디코우더의 로직을 통하여 S_{10}(노오멀 포지션의 LED)가 선택되어 L출력이 되고 LED가 점등한다.

그러나 게임이 시작되어 스위치 Ⓐ~Ⓓ 중 어느 것이 눌러지면 DATA$_1$~DATA$_4$의 입력이 변화하기 때문에 S_0~S_{15}의 출력도 변화한다. 만일 S_7이 선택되었다고 하자. S_7이 L출력이 되면 10kΩ을 통하여 스트롭(Strobe) 단자도 L가 되기 때문에 〔그림 3〕에서 알 수 있는 것과 같이, 래치회로의 DATA$_1$~DATA$_4$의 입력단자와 각 기억회로가 분리되어 버린다.

그렇기 때문에 새 데이터는 들어오지 않게 되고 디코우더의 출력도 변화하지 않게 된다. 상대방 코오너의 고울도 필요하기 때문에 S_7과 S_{13}의 2출력을 이용한다.

이렇게 말하면 간단히 고울인할 수 있을 것 같지만, 스위치 Ⓐ~Ⓓ에는 2MΩ과 0.47μF의 콘덴서로 시간적 지연을 만들어 효과를 내고 있고 스위치 Ⓐ~Ⓓ를 잘 조합시켜 상대방 코오너의 스위치와 자기 코오너의 스위치의 동작이 관련되어 있기 때문에 매우 어렵다.

리세트의 동작은 인히비트 단자를 전원 ON으로 했을 때의 콘덴서의 충전을 이용하여 디코우더와 S_0~S_{15} 사이를 분리하여 S_7 또는 S_{13}을 H출력으로 돌이킨다. 그래서 래치회로가 새 데이터를 받아들일 수 있게 된다.

〔그림 2〕에서 S_7과 S_{13} 그리고 스트롭 단자 사이에 다이오우드와 저항을 1개씩 사용하여 앤드(AND) 게이트의 대신이 되게 했다. 간단한 회로지만 왜 앤드회로인지 잘 생각해 보자. 이런 점에 디지틀 회로의 재미가 있다.

부품에 대하여

IC는 다른 메이커의 제품이라도 좋다. 발광다이오우드는 부품표에서 보는 것과 같이 밝은 형을 찾아보기 바란다. 케이스는 아크릴판으로 조립했지만, 여러분은 자기 취향대로 하면 된다.

다른 부품은 모두 구하기 쉬운 것들 뿐이다.

제작에 대하여

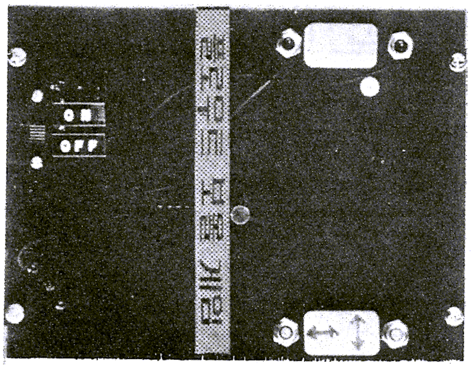
먼저 프린트 기판부터 만들자. 〔그림 4〕를 참고한다. 그럼 여러분은 문방구점 등에서 〔그림 4〕를 제2원도로 복사하여 마스크지로 쓰면 편리하다. 가까운 복사점에서 복사하든가, 혹은 학교의 과학선생님과 상의해 보는 것도 좋을 것이다. 이를테면 복사용지에 무엇이나 다 쓸 수 있

는 새로운 복사기 같으면 트레이싱 페이퍼에도 복사할 수 있는지도 모를 테니까. 인간의 머리는 가만히 놀려 두지 말고 계속 써야 한다는 말도 있으니….

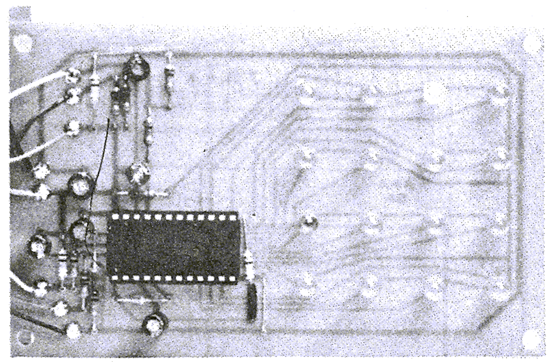
〔그림 6〕이 아크릴 패널의 치수도이다. 케이스에 넣을 경우에는 맞추기 바란다.

콘덴서의 수가 많기 때문에 극성에 주의한다. LED는 기판에 극성을 알 수 있도록 랜드의 동그라미 크기를 바꾸어 놓았으니 잘 보고 고정시킨다. LED 중 2개는 색깔이 다르므로 틀림 없도록 한다.

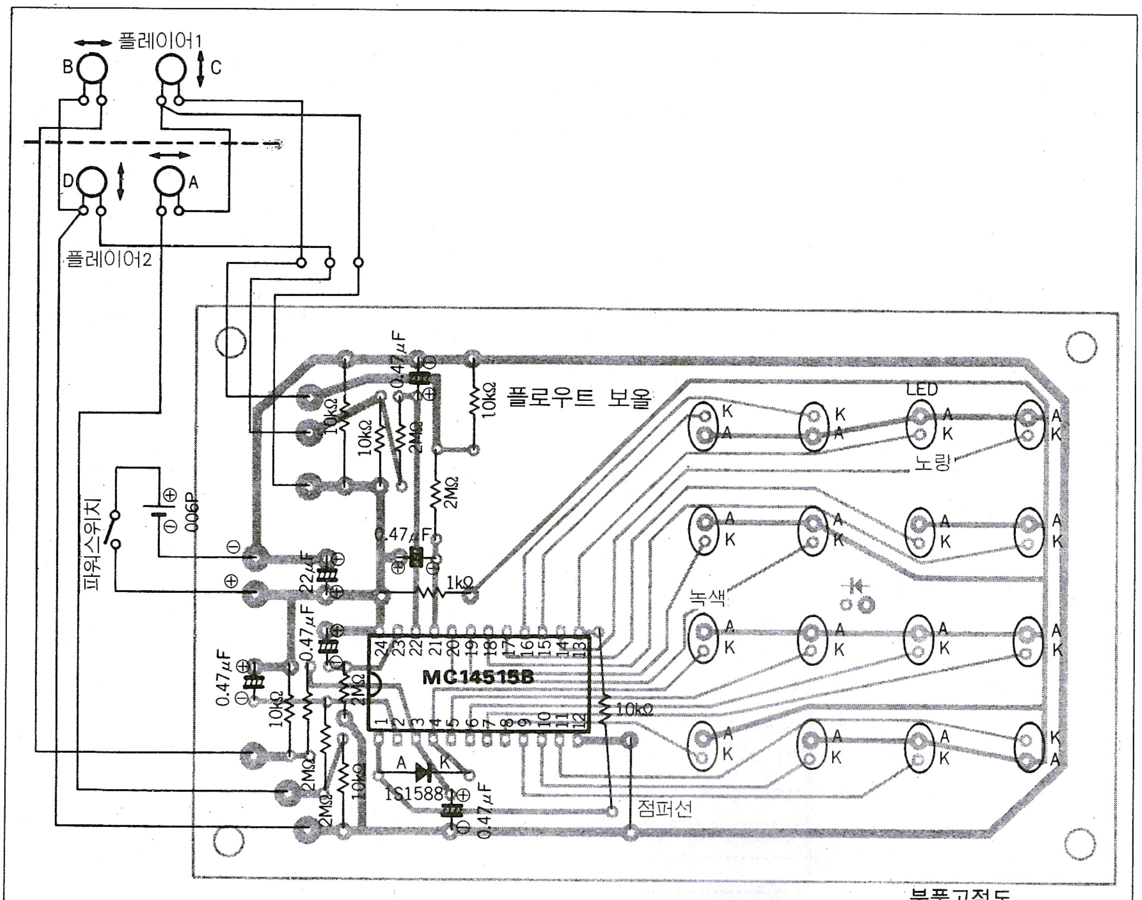
스위치와 기판의 배선은 가는 비닐선을 이용하여 알기 쉽게 색깔로 분별하면서 한다.



〔사진 1〕 정면에서 본 것



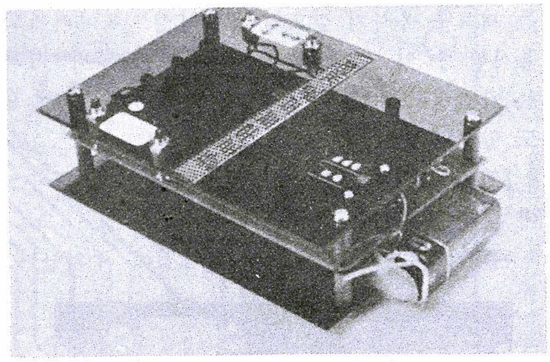
〔사진 2〕 본기의 기판 주위의 상태



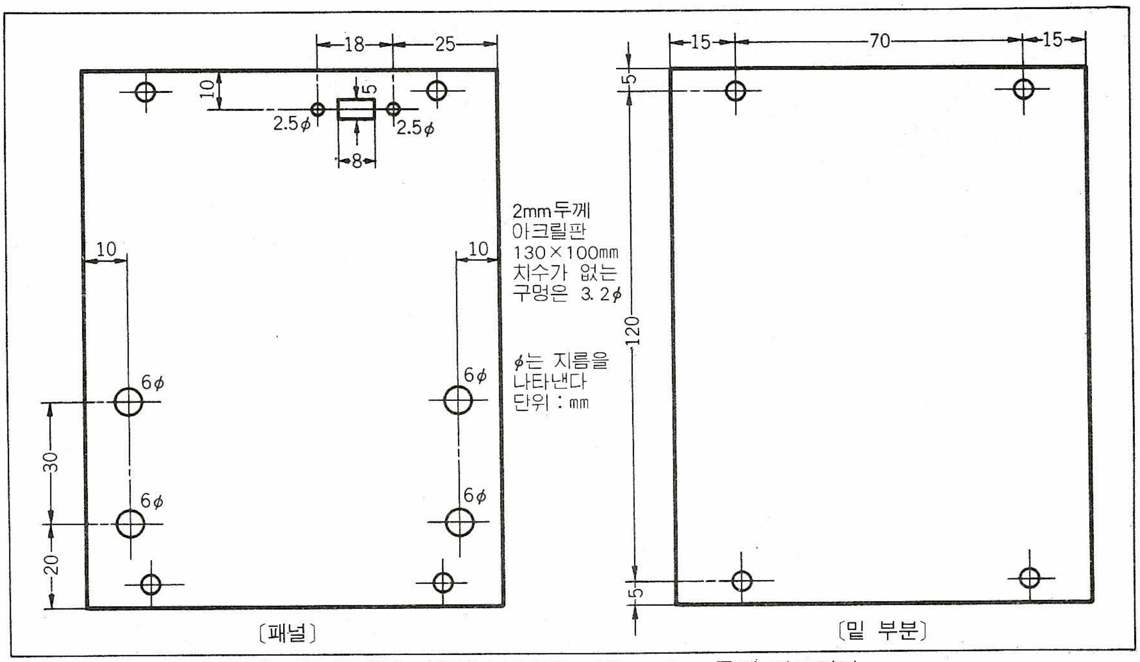
〔그림 5〕 부품배치도

완성되었으면

다 만들어졌으면 각 부분의 배선에 착오가 없는지 확인한다. 잘 되었으면 다음에는 플로우트 보올 게임을 판이나 받침대 위에 놓고 스위치를 넣어 보자. 상대는? 혹은 마음이 통하는 친구라도 초래하여 한번 해 보자. 「야아, 재미 있어, 한번만 더 하자」. 이렇게 되면 어머니로부터 금지령이 내릴 염려도 있으니 꼭 공부한 다음에 한 번씩 하는 것도 머리를 식히는 방법이 될 것이다.



〔사진 3〕 완성된 플로우트 보올 게임

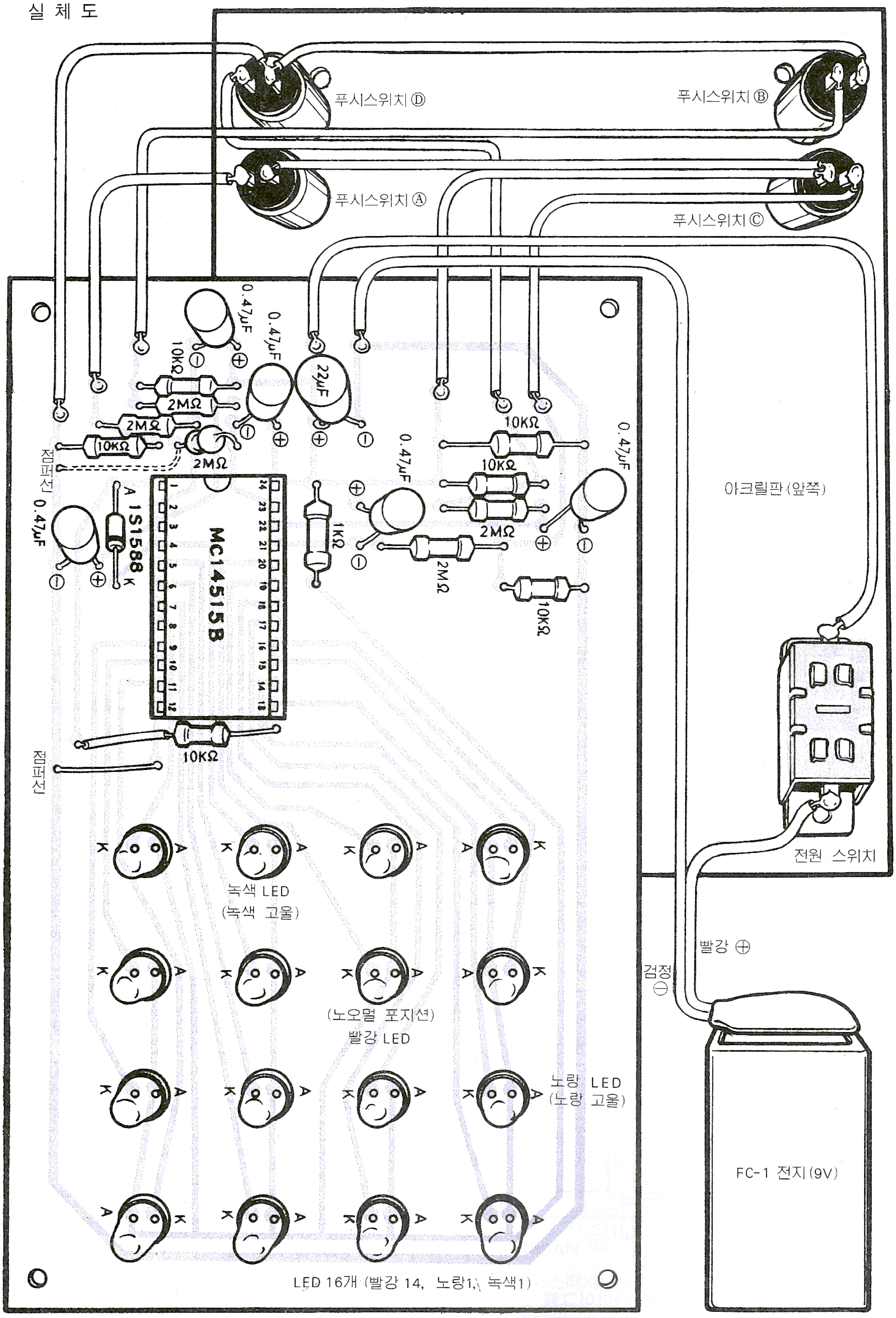


〔그림 6〕 패널 가공치수도(130×100mm 2mm두께 아크릴판. 치수가 적혀 있지 않은 구멍은 지름 3.2mm)

부 품 표

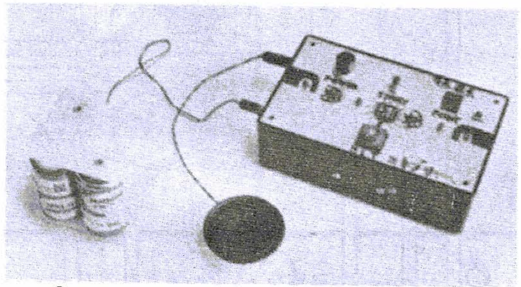
품명	수량
IC **MC14515B**	1
IC 소켓 24핀용	1
다이오우드 **1S1588**	1
발광 다이오우드 빨강 5φ **TLR113A**	14
녹색 5φ **TLG113A**	1
노랑 5φ **TLY113A**	1
아크릴판 130×100mm(두께 2mm)	2
스위치 미니 슬라이드 스위치 2P	1
미니 푸시스위치	4
스페이서 15mm 길이	8
감광기판 1.6×150×100mm	1
현상재	1
전지 스냅 FC-1용	1
건전지 FC-1(9V)	1
콘덴서 22μF 16V 전해	1
0.47μF 25V 전해	5
저항 1kΩ (갈색·검정·빨강·금색) 1/4W 5%	1
10kΩ (갈색·검정·주황·금색) 〃	6
2MΩ (빨강·검정·녹색·금색) 〃	5
2φ×6 비스(스위치 고정용)	2
3φ×40비스(기판 조립용)	4
3φ 스프링 와셔(기판 조립용)	4
3φ 너트(기판 조립용)	4
2φ×3 붙박이	8
가는 비닐선 1m×6색	1

실 체 도


푸시스위치 Ⓓ
푸시스위치 Ⓑ
푸시스위치 Ⓐ
푸시스위치 Ⓒ
0.47μF
10KΩ
2MΩ
22μF
점퍼선
MC14515B
1S1588
1KΩ
아크릴판(앞쪽)
전원 스위치
녹색 LED
(녹색 고울)
(노오멀 포지션)
빨강 LED
노랑 LED
(노랑 고울)
빨강 ⊕
검정 ⊖
FC-1 전지(9V)
LED 16개 (빨강 14, 노랑1, 녹색1)

여러분은 몇마리나 잡을 수 있나?

IC 바퀴벌레 잡기 게임



바퀴벌레란 말만 들어도 기분이 나빠지는 사람도 있을 것이다. 정말 더럽고 보기도 싫은 벌레이다.

하지만, 유감?스럽게도 집안이 깨끗해서 바퀴벌레가 도무지 나타나지 않는 사람들은 이 게임을 통해서 바퀴벌레를 전멸시키자. 이 게임은 이미 탁상전자계산기나 시계 등으로 낯익은 디지틀 회로를 사용한 것이다.

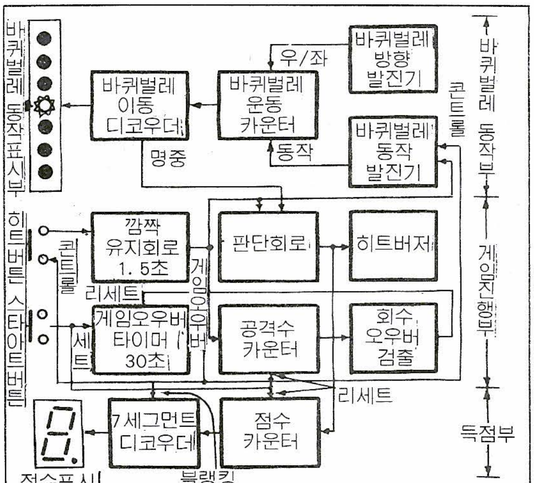
◎ 회로에 대해서

먼저 이 게임의 블록도인 〔그림 1〕을 보자. 이 게임은 크게 나누어 바퀴벌레 동작부와 게임 진행부, 득점부의 3 부분이 된다.

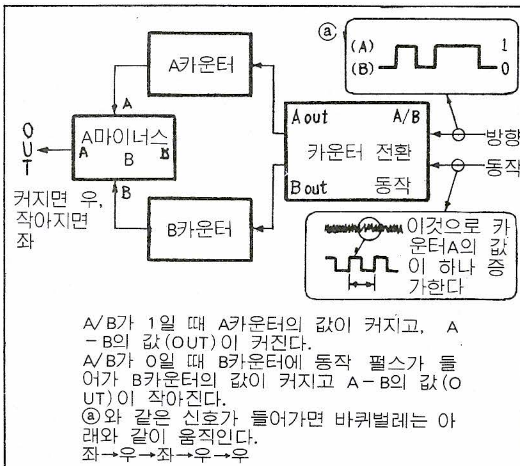
먼저 바퀴벌레의 동작 표시부부터 설명한다. 동작을 될 수 있으면 바퀴벌레와 비슷하게 할 생각이었지만, 본기에서는 소형으로, 부품수를 적게 하기 위해서 표시는 단체의 발광 다이오우드를 사용했고, 동작은 좌우로 방향을 변환시키는데 그쳤지만, 충분히 바퀴벌레처럼 보이기 때문에 만족할 수 있을 것이다.

한번 더 〔그림 1〕을 보자. 바퀴벌레의 기본이 되는 신호는 오른쪽 끝의 2개의 발진기의 펄스에 의하여 만들어진다. 또 방향의 오른쪽과 왼쪽의 비율은 3대 2로 되게 했다. 다음에 그러한 것들이 바퀴벌레 운동 카운터에 들어가지만, 그 자세한 블록도는 〔그림 2〕에 나와 있다. 여기가 바퀴벌레의 동작의 특색이다.

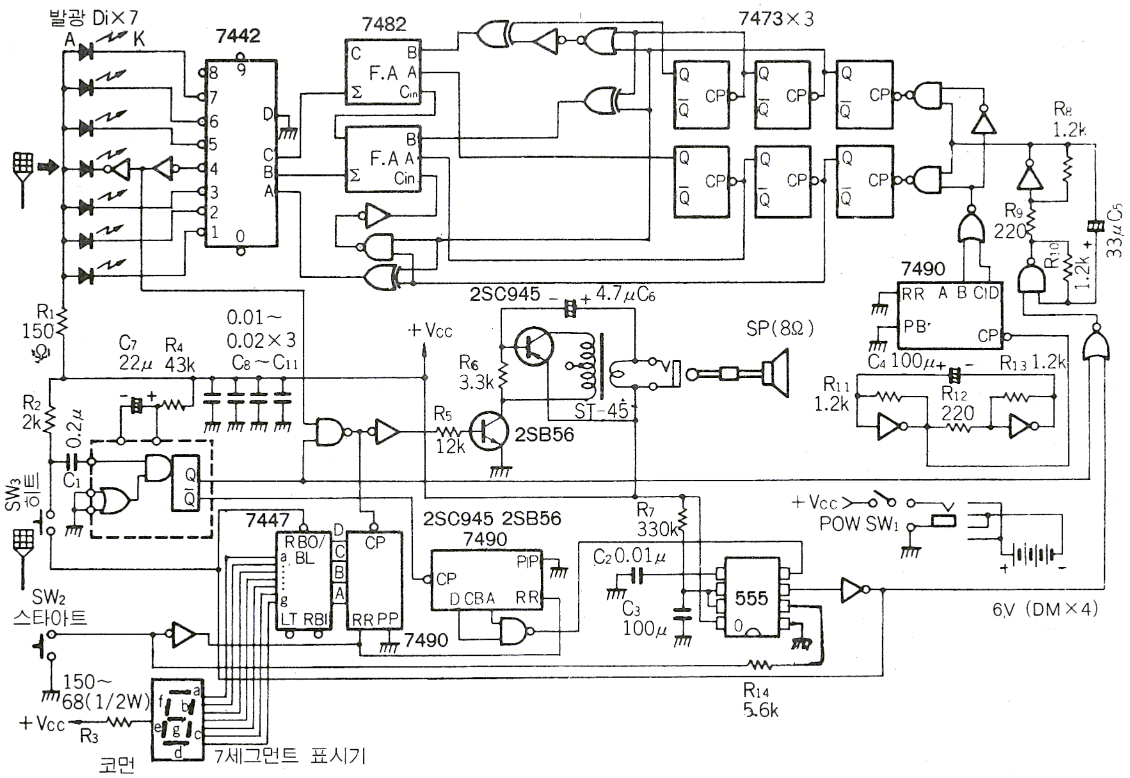
그리고 거기서 만들어진 바퀴벌레의 운동(2진수)을 발광다이오우드로 표시하기 위하여, 디코우더라는 변환장치에 넣어, 빛이 흐르도록 혼



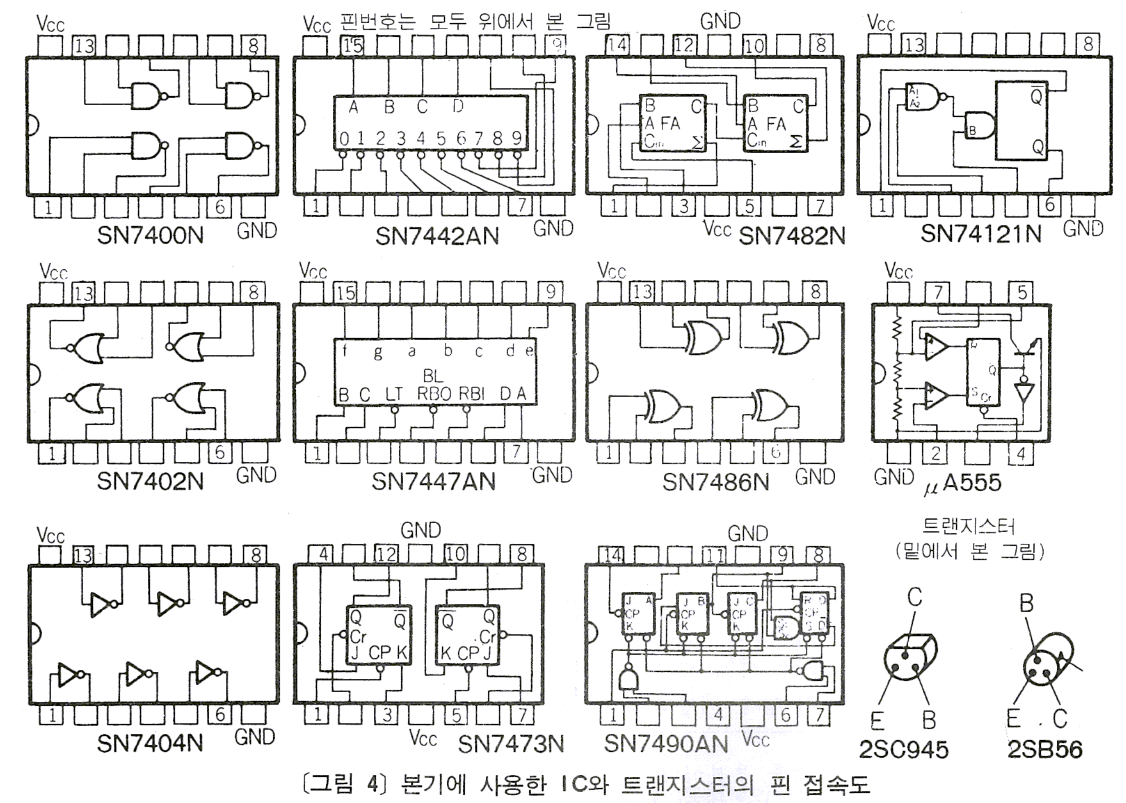
〔그림 1〕 본기의 블록 다이어그램



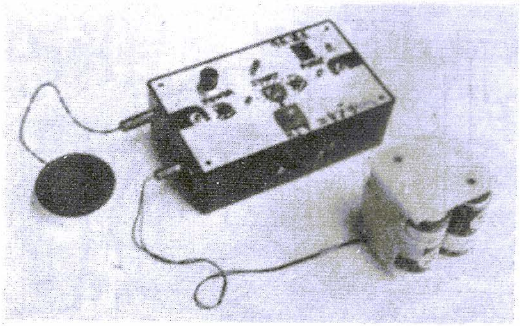
〔그림 2〕 바퀴벌레 운동 카운터의 원리



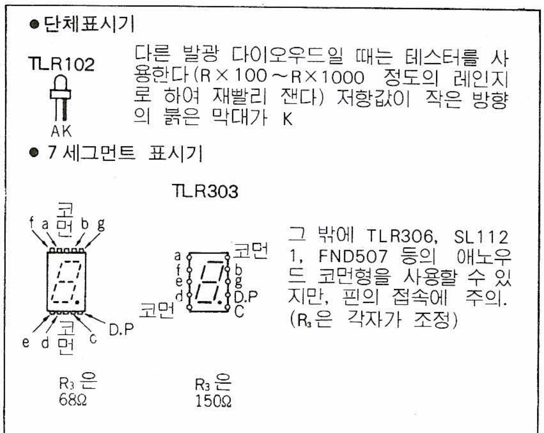
〔그림 3〕 바퀴벌레게임 머시인의 회로도



〔그림 4〕 본기에 사용한 IC와 트랜지스터의 핀 접속도



〔사진 1〕 완성된 본기



〔그림 5〕 발광 다이오우드의 구조

드는 것이다. 또 명중했는가를 나타내는 신호를 검출하는 부분도 붙인다.

다음에는 게임 진행부의 설명이다. 먼저 어떻게 하여 움직이고 있는 바퀴벌레를 잡느냐 하는 것이다. 그래서 잡을 막대나 파리채 같은 것을 푸시버튼 스위치로 하여 히트 버튼으로 했다. 그리고 거기서 만들어진 신호를 깜짝 유지 회로에 넣는다. 버튼을 눌러도 바퀴벌레가 태연한 것처럼 움직이고 있으면 재미 없다. 그래서 이 부분에서 버튼을 눌렀을 때 약 1.5초 정도 바퀴벌레가 깜짝 놀라 멈추게 한다. 여기서는 단안정 멀티바이브레이터를 이용했다. 그리고 몇번 때렸는지를 공격수 카운터가 세어 게임 오우버의 참고로 한다.

또 깜짝 유지회로에서 만들어진 신호와, 그것이 명중되었는지를 표시하는 신호와 비교해 맞았는지 빗나갔는지를 판단하는 부분에도 넣는다. 만일 맞았을 때는 전자 버저를 울려 눈으로 볼 뿐 아니라 귀로 들어서도 알 수 있게 했다. 그리고 동시에 득점용의 신호로서 점수 카운터에 넣는다.

이번에는 게임 오우버의 검출 부분이다.

여기서는 히트 버튼을 9회 이상 눌렀거나 또는 30초 이상 지났거나, 그 어느 한 상태가 되면 자동적으로 게임 오우버가 되어 게임을 계속할 수 없게 되어 있다. 다시 게임을 하고 싶을 때는, 스타아트 버튼을 누르면 각 카운터와 타이머가 리세트되어 또 게임이 시작된다. 여기서는 30초를 재는데 IC의 타이머를 사용했다.

이번에는 득점부이다. 표시는 낯익은 7세그먼트 표시기를 사용하고, 나중 부분도 많이 쓰이고 있는 카운터를 사용했다. 또 득점은 게임 오우버하여 게임이 끝났을 때 표시하게 했다.

여기서는 만점이 9점으로 되어 있다. 왜 이런 이상한 점수로 되었는가 하면 10점으로 해도 되겠지만, 표시기가 2개 필요하게 되어 비경제적일 것 같아서 1개로 표시할 수 있는 최대인 9점이 된 것이다.

그럼 다음에는 구체적인 회로도를 〔그림 3〕에, IC의 핀 접속도를 〔그림 4〕에 나타냈다. 사용하는 소자는 IC가 17개, 트랜지스터가 2개, 발광 다이오우드가 8개로서 IC가 조금 많게 되었지만, 리이드선의 접속만 틀리지 않으면 동작하기 때문에 그다지 어렵지는 않다.

본기에서는 IC에 TTL(트랜지스터 트랜지스터 로직)을 사용했다. 이것은 이름 그대로 트랜지스터로 구성된 IC를 말한다. 지금 시판되고 있는 IC 중 가장 싸고 잘 부서지지 않는 것이기 때문에 사용했다.

◎ 부품에 대하여

주요한 부품에 대해서만 설명한다.

• **IC**…**SN74** 시리이즈를 사용했다. IC라 하지만, 여기에 사용된 것들은 모두 싼 것들이다. 타이머용의 IC는 여러 메이커에서 나오기 때문에 구할 때는 **555**의 타이머라고 말하고 구하면 쉽게 입수할 수 있을 것이다.

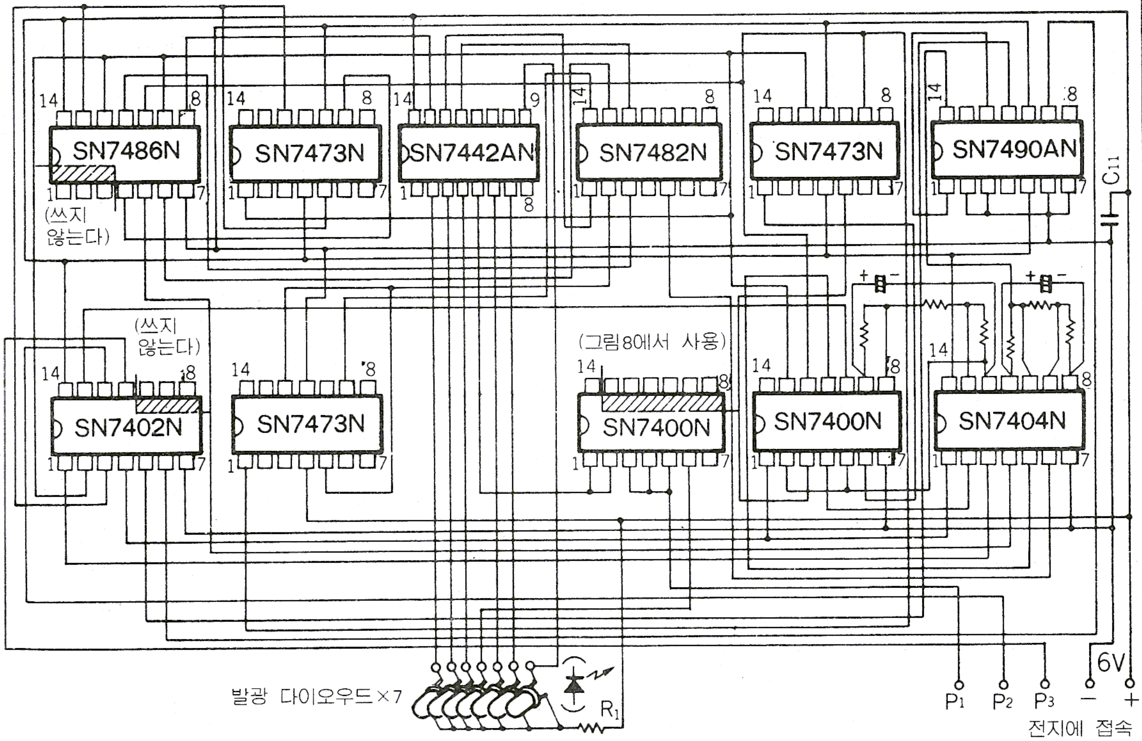
• **그 밖의 반도체**…트랜지스터는 **2SB56**, **2SC945**인데, 이것도 일반적인 것이지만, 동등품이면 어느 메이커제나 다 사용할 수 있다.

• **표시기**…단체의 발광 다이오우드는 **TTL-102** 정도의 크기면 무엇이든지 쓸 수 있다. 수가 많기 때문에 싼 것을 구입한다. 7세그먼트 표시기는 품번이 잘 보이지 않는 것을 사용했지만, **TLR-303** 등을 사용하면 된다(〔그림 5〕).

• **기판**…IC가 20개 정도 장치될 수 있는 만능기판을 사용하면 여유있게 배선할 수 있을 것이다.

필자는 IC용 기판 2개와 러그판 1개로 완성시켰다. 케이스나 가격 등을 생각하면서 마음에 드는 것으로 만든다.

• **케이스**…150×90×40mm짜리를 사용했지만, 좀 더 큰 것을 만들면 배선하기가 수월하다.



〔그림 6〕 바퀴벌레 동작부의 접속

• **스위치**…전원 스위치는 푸시온, 푸시오프의 푸시버튼 스위치를 사용했다. 스타아트 버튼은 낯익은 꼬마 푸시를 사용했다. 그런데 문제는 히트 버튼이다. 이것은 사용 회수가 많기 때문에 다소 값이 조금 비싸더라도 신뢰성이 높은 것을 사도록 하자. 마이크로스위치를 사용한 푸시버튼스위치나, 탁상전자계산기의 폐품을 이용한 키이스위치가 좋을 것이다. 필자는 탁상 전자계산기의 키이스위치를 사용했기 때문에 그 개조 방법을 〔그림 11〕에 나타내어 둔다.

• **잭 · 플러그**…전원용의 파워 플러그, 잭과 3.5 φ짜리 (스피이커용)를 1조 사용했지만, 큰 케이스일 때는 필요 없다.

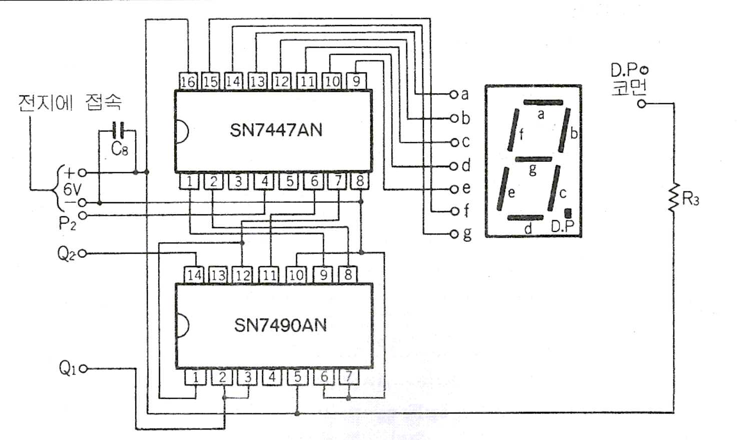
◎ 제작해 보자

먼저 IC를 될 수 있는 대로 〔그림 10〕과 같은 차례가 되게 기판에 고정시킨다. 또 IC의 수가 많으므로, 4개의 부분으로 나누어 설명해 나가기 때문에 배선을 색깔로 구별하는 등으로 하나씩 하나씩 해 나간다. 그렇게 하면 반드시 완성이 될 것이다.

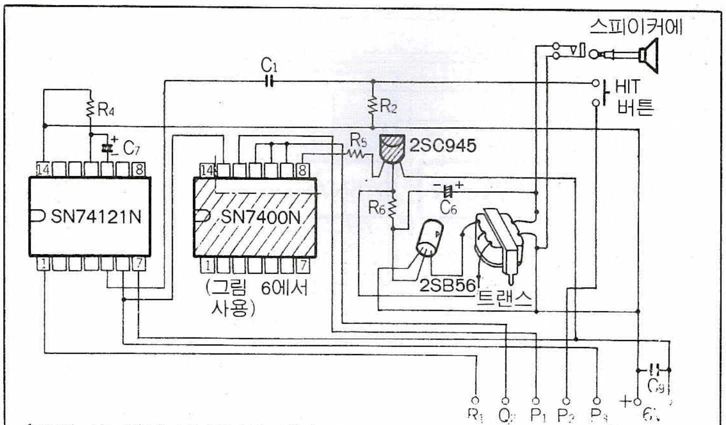
① 바퀴벌레 동작부

먼저 기판의 **SN7400**을 2개, **7473**을 3개(이후 SN74××의 ××로 나타낸다) 02, 04, 42, 82, 86, 90만을 배선한다. 〔그림 6〕과 같이 약간 가는 선으로 접속한다.

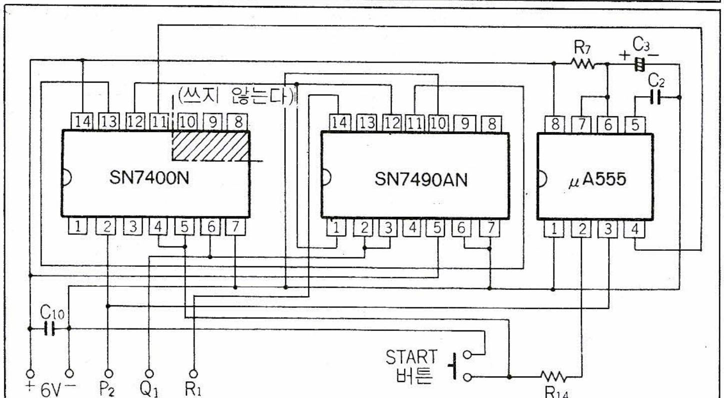
순서로는 ⊕에 연락하는 선, 어어드(⊖)에 연



〔그림 7〕 득점부의 접속



〔그림 8〕 게임 제어부의 접속



〔그림 9〕 게임오우버의 접속

락하는 선, 그 밖의 선으로 한다.

그리고 다 만들어졌으면 세밀히 점검하여 이상이 없으면 테스트한다. 먼저 P1~3의 선은 아무것도 접속하지 않고 전지를 접속한다. 어떤가? 발광 다이오우드가 1개 점등하거나 전혀 점등하지 않으면 정상이다. 그리고 P2와 P3의 선을 전지의 ⊖에 접속한다. 바퀴벌레가 움직이기 시작하면 대체로 이 부분은 완성이다. 그리고 테스터를 DC 10V정도의 레인지로 하여 P3과 어어드에 테스트봉을 대고 주변 부분을 통과했을 때 4V 정도를 나타내는지 확인한다. 동작이 잘 되면 부품과 배선을 꼼꼼히 점검한다. 위의 테스트와 같이 P2와 P3의 선을 사용하여 이 부분으로도 간단히 바퀴벌레 게임이 된다.

② 득점부

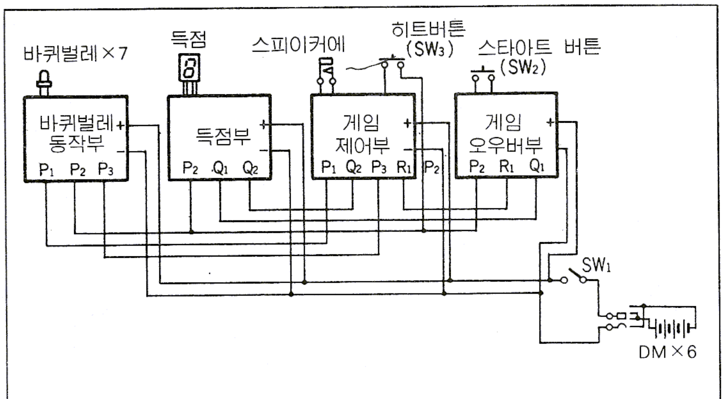
사용하는 IC는 47, 90과 7세그먼트 발광 다이오우드이다. 접속은 〔**그림 7**〕과 같이 한다. 조립하는 방법은 앞서와 같다. 전지를 접속하여 P2, Q1~2에는 아무것도 접속하지 않는다. 무엇인가 표시되

부 품 표

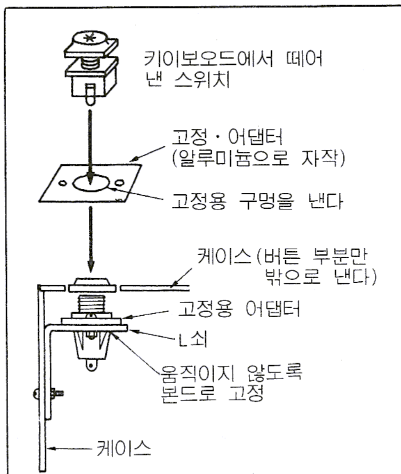
IC	**SN7400N**		3
	SN7402N		1
	SN7404N		1
	SN7442AN		1
	SN7447AN		1
	SN7473N		3
	SN7482N		1
	SN7486N		1
	SN7490AN		3
	SN74121N		1
페어차일드	μA **555**		1
트랜지스터	**2SB56**		1
	2SC945		1
발광 다이오우드 단체 빨강			7
7세그먼트 표시기(A코먼)			1
콘덴서	C_1	0.2μF	1
	C_2	0.01μF	1
	$C_{3,4}$	100μF	2
	C_5	33μF	1
	C_6	4.7μF	1
	C_7	22μF	1
	$C_8 \sim_{11}$	0.01μ~0.1μF	3

(이 중의 값이면 아무거나 좋다. 콘덴서는 모두 6.3V 이상의 내압이면 된다)

스피이커	8Ω		1
트랜스	600Ω : 10Ω		1
저항	R_1	150Ω 1/4W	1
	R_2	2kΩ 〃	1
	R_3	150~68Ω 〃	1
	R_4	43kΩ 〃	1
	R_5	12kΩ 〃	1
	R_6	3.3kΩ 〃	1
	R_7	330kΩ 〃	1
	$R_{8,10,11,13}$	1.2kΩ 〃	4
	$R_{9,12}$	220Ω 〃	2
	R_{14}	5.6kΩ 〃	1
스위치	SW1		1
	SW2		1
	SW3		1
기판(그림 참조)			1
	IC용 만능기판		1
	5P 러그판		1
전지	DM		4
전지 호울더	DM 4개용		1
플러그 잭			2조
케이스	150×90×40		1
기타 비스, 땜납, 리이드선 등			



〔그림 10〕 각 부분의 접속



〔그림 11〕 히트버튼의 고정

었는가? 0이 표시되면 회로는 정상이다. 만약 아무런 의미도 없는 것이 표시되면 발광 다이오우드의 접속이 잘못된 것이다.

다음에는 Q_1을 ⊖에 접속하고 Q_2를 먼저 만든 바퀴벌레 동작부의 90의 1핀에 접속한 다음 전원의 선을 같은 전지에 접속한다. 표시가 0에서 9까지를 되풀이하는가? 이와 같이 동작하면 이 부분은 완전한 것이다. 테스트 때 접속한 선은 모두 떼어 둔다.

③ 게임 제어부

사용하는 IC는 다른데서 사용한 00의 남은 1/2 부분과 121이다. 그 밖에 트랜지스터로 버저의 회로도 만든다. 접속은 〔그림 8〕과 같이 한다. 먼저의 2개와 같이 배선하여 완성되면 P1은 아무것도 접속하지 않고 P2는 ⊖에, P3은 아무것도 접속하지 않고 전지에 잇는다. 그리고는 히트 버튼을 눌러 본다. 삐이 하고 약 1.5초 정도 버저가 울리는가? 만일 울리지 않을 때는 버저의 600Ω : 10Ω의 1차의 접속을 바꾸어 보자. 그렇게 하여 동작하면 이 부분은 완전하다.

④ 게임 오우버부

나머지 부품과 앞서 사용하고 남은 부분을 사용하여 〔그림 9〕와 같이 접속한다. 다 만들었으면 전지에 접속하고 테스터를 DC10V 정도의 레인지로 하여 P2와 전지의 ⊖에 접속하고, 조금 있으면 4V를 나타낸다. 그 때 스타아트 버튼을 누르면 또 전압이 저하한다. 그 때부터 시간을 재어 30초 정도 지났을 때 또 전압이 상승하는지 확인한다. 이 부분의 배선은 거의 완전하다.

⑤ 정 리

각 부분을 〔그림 10〕과 같이 접속하여 게임하는 방법에 맞게 운동하는지 확인한다. 그리고 케이스에 넣어 완성한다. 히트버튼의 고정 방식의 한가지가 〔그림 11〕에 나와 있다. 케이스에 그림 등을 그려 재미있는 분위기를 만들도록 하자.

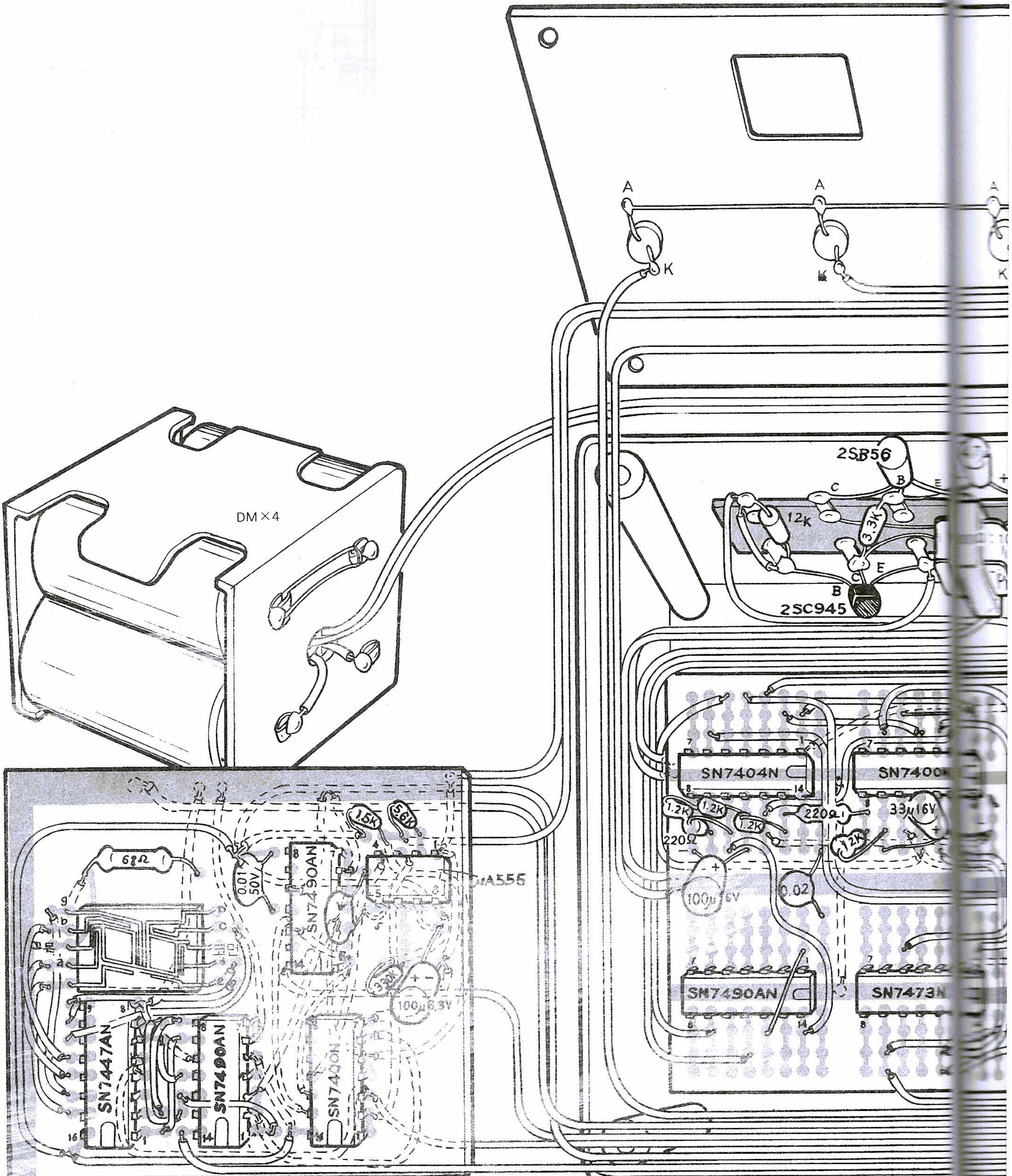
● 발명이야기

최초에 전화기를 발명한 불행한 청년 교사

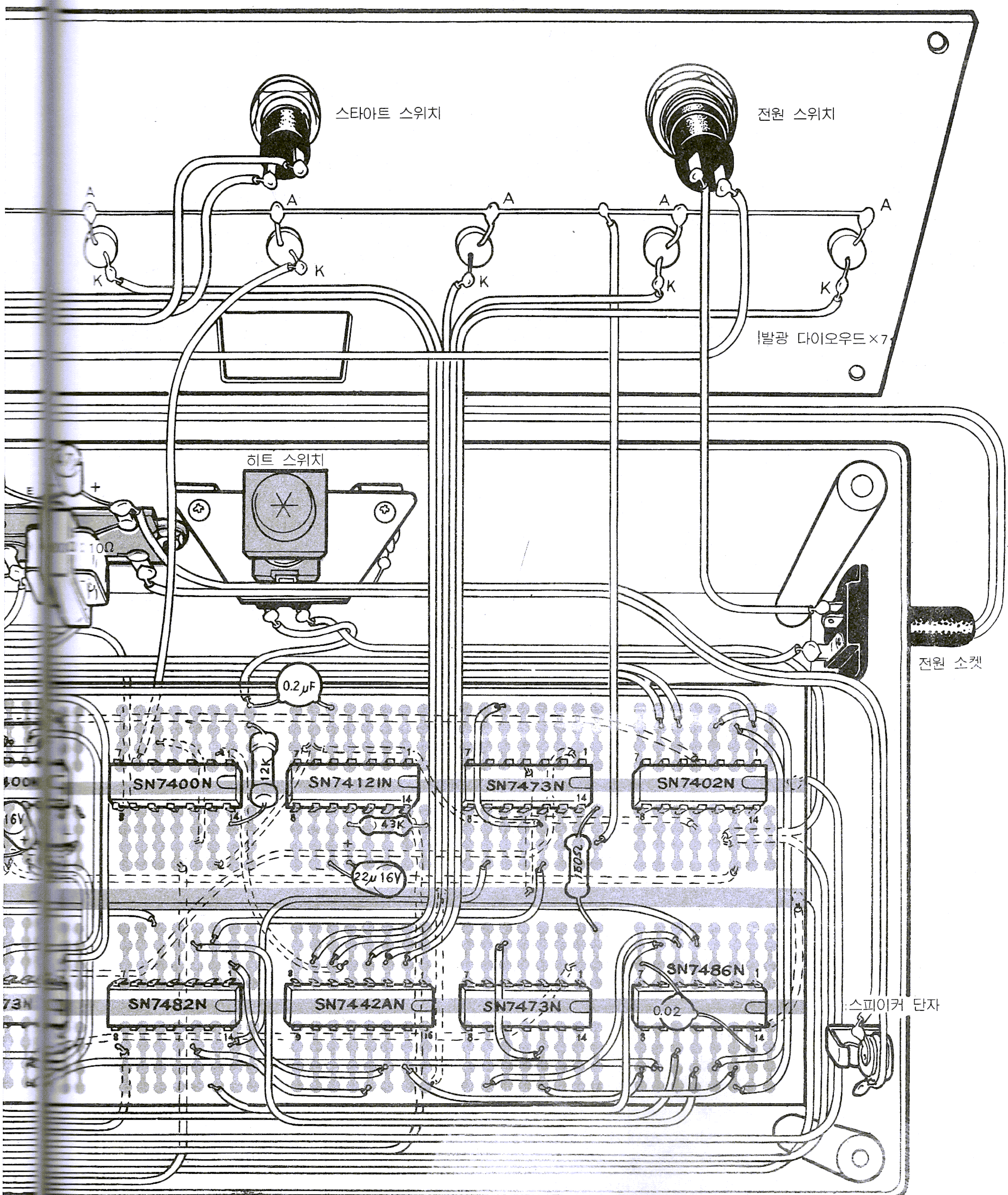
1876년은 벨이 전화를 발명한 해이다. 그러나 벨의 발명보다 6년이나 앞서 전화기를 발명해낸 사람이 있었다는 사실은 별로 알려지지 않았다. 이 사람은 독일의 프랑크푸르트의 공업고등학교의 교사인 필립 라이스라는 사람이다.

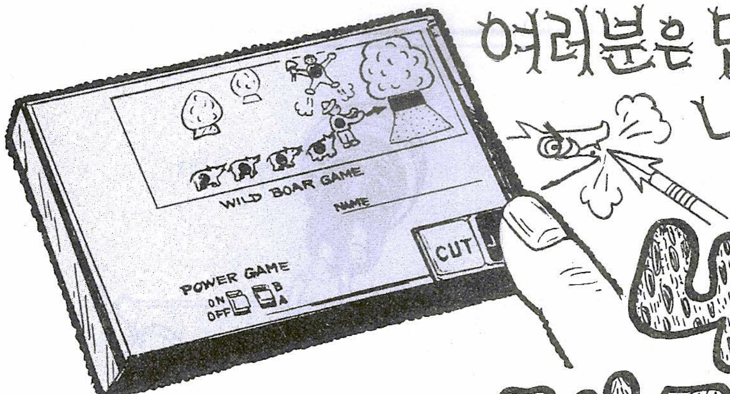
그는 『소리는 공기의 진동인만큼 이것을 전류의 강약으로 바꿀 수 있다면, 멀리 떨어진 장소에까지도 사람의 음성을 보낼 수 있을 것이다』하는 과학자의 글을 읽고, 그 가능성을 믿고 발명에 몰두했다. 그 시험제작품으로 부근의 아이들을 즐겁게 한 일도 있었다.

자신을 가진 라이스는 어느 과학자들의 회합 장소에서 이것을 실연해 보였다. 그러나 뛰어난 발명이나 발견이 당장에는 사람들의 인정을 받지 못한 예가 있듯, 그의 발명도 별로 인정을 받지 못했다. 라이스는 각 지방을 다니면서 실연을 해 보였지만, 전혀 인기를 얻지 못하고 빈곤과 실의 속에 폐결핵을 앓으면서 아무런 향운도 누리지 못하고 세상을 하직했다.



A
K
DM×4
2SB56
C
B
E
12K
3.3K
2SC945
SN7404N
1.2K
220Ω
100μ 16V
0.02
SN7490AN
SN7473N
68Ω
1.5K
5.6K
0.01 50V
SN7490AN
μA555
100μ 6.3V
SN7447AN
SN7400N
33μ16V


스타아트 스위치
전원 스위치
A
K
발광 다이오우드×7
히트 스위치
10Ω
0.2μF
12K
SN7400N
SN7412IN
SN7473N
SN7402N
43K
22μ16V
150Ω
SN7482N
SN7442AN
SN7473N
SN7486N
0.02
전원 소켓
스피이커 단자



여러분은 멧돼지를 피하면서 나무를 몇 그루나 벨 수 있을까?!

나뭇군과 멧돼지 게임

여러분들이 동물원이나 텔레비젼에서 보았던 멧돼지를 등장시켜 나무를 베는 나뭇군과 멧돼지의 게임을 만들어 보기로 한다.

어떤 게임인가?

나뭇군이 열심히 나무를 베고 있는데 난데 없이 한마리의 멧돼지가 나뭇군을 향해 달려온다.「저놈이 떠받으면 어쩌나!」하고 겁에 질린 나뭇군은 점프를 해서 멧돼지를 피하는 게임이다.

실제의 게임은……

먼저 CUT(커트) 스위치를 누르면 삐이 하는 소리와 함께 도끼의 LED가 켜지고, 나무가 베어지지만 도끼가 나무에 박혀 얼른 잘 빠지지 않는 느낌이 나게 하기 위해서 CUT스위치를 놓고 조금 있다가(0.7초 정도) 도끼가 빠지면서 나무 절단면의 LED가 하나 켜진다. 그리하여 도끼로 4번 찍으면(절단면의 LED가 4개 켜진다) 한그루의 나무가 베어져 뿌우 하는 소리와 함께 나무가 넘어진다. 이렇게 하여 절단면의 LED가 모두 꺼지고 다음의 새 나무가 된다.

그런데 나무를 베고 있을 때 멧돼지가 왼쪽의 동굴에서 나와 방해를 하기 때문에 점프스위치를 눌러 피한다. 그러나 타이밍이 꼭 맞지 않으면 멧돼지가 들이받아 게임이 끝난다.

이렇게 해서 여러분은 멧돼지를 피하면서 나무를 몇 그루나 벨 수 있을까?

회로의 구조

〔그림 2〕가 이 게임의 회로도로서 주로 3개의 IC를 사용했는데, 이 정도 부품으로 〔그림 1〕과 같은 여러 가지 상태에 대처할 수 있게 해 놓았다.

첫째 멧돼지를 이동시키거나, 나무의 절단면을 차츰 늘리는데 **4015B**(4비트 시프트 레지스터)를 사용했다. 이 부분이 〔그림 3〕에 설명되어 있다.

다음에 스위치 부분은 **4093B**(시미트 NAND 게이트) 의 R-S 플립 플롭을 〔그림 4〕와 같이 보통 때와는 다른 식으로 사용한다. 이렇게 하여 나무를 베는 동안은 점프가 금지되고, 나뭇군이 멧돼지에 떠받히면 베기를 금지하는 등 여러 가지 상태가 가능하게 되어 있다.

효과음은 나무를 베었을 때(도끼의 LED가 켜져 있는 동안)「삐이」하고, 나무가 넘어질 때(절단면의 LED가 4개 모두 켜졌을 때)「뿌우」하는 소리를 내면서 게임에 흥취를 돋운다.

각 부분의 논리(「0」인가「1」인가)의 자세한 설명은 생략하므로, 〔그림 2〕~〔그림 4〕를 보고 동작을 해 보기 바란다.

부품의 설명

C-MOS 디지틀 IC : 같은 번호의 대치품이면 메이커가 달라도 상관없다.

LED : 나뭇군과 멧돼지, 도끼, 절단면을 표시하기에 각각 최적으로 생각되는 색깔과 모양을 택해 보자.

C-MOS : IC의 출력으로 직접 켜기 때문에 아무래도 발광효율이 좋은 빨간색이 더 많아지는 것은 하는 수 없다.

푸시스위치 : 여기에 사용된 것은 디지틀 게임 제2집의「9「(나인)어택 게임」에서 사용한 것과 같은 DIP-120이다. 다른 스위치를 사용할 경우에는 프린트 패턴을 적당히 수정한다.

그 밖에는 부품표나 실체도를 참고하여 모으면 된다.

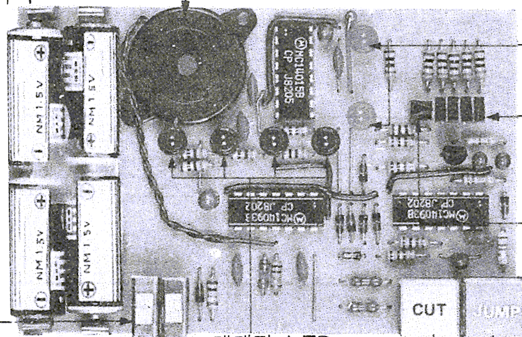
제작해 보자

카세트 케이스 속에 들어갈 수 있도록 세밀한 주의점을 지

〔그림 1〕 게임의 설명

WILD BOAR
나뭇군과 멧돼지





• **압전 버저**
도끼의 LED가 켜졌을 때 「삐이」 나무가 넘어졌을 때 「뿌우」 하고 효과음이 난다

• **나뭇군의 LED (TLG103×2)**
보통 때는 밑의 LED가 켜져 있지만 점프 스위치를 누르면 위의 LED 가 켜진다.

• **나무 절단면의 LED (GL-9PR2×4)**
커트 스위치를 누르고 나무를 베면 도끼가 빠질 때 왼쪽부터 차례로 하나씩 켜진다. 4개 모두 켜지면 나무가 넘어진다.

• **도끼의 LED (GL-9PR6×1)**
커트 스위치를 누르면 켜지고, 놓으면 조금 후에 꺼진다. 이것으로 도끼가 나무에서 쉽게 빠지지 않는 느낌을 내면서 게임을 어렵게, 그리고 재미있게 만들고 있다.

• **전원 스위치**
게임의 재개는 이것을 한번 OFF로 한 다음 다시 한번 ON한다.

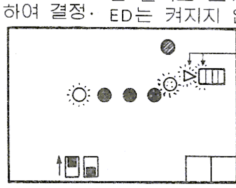
• **게임A, B의 전환 스위치**
게임A : 제한시간 없다
게임B : 제한시간 있다 (약80초)

• **멧돼지 LED**
보통 때는 맨 왼쪽의 하나만이 켜져 있지만, 때때로 오른쪽으로 이동하여 나뭇군에게 덤벼든다. 이 타이밍은 나뭇군이 밑에 있는 시간에 의하여 결정.

• **커트 스위치**
이 스위치를 누르면 도끼의 LED가 켜지고 놓으면 조금 후에 LED가 꺼지는 동시에 절단면의 LED가 켜진다. 점프하고 있을 때는 눌러도 도끼의 LED는 켜지지 않는다.

• **점프 스위치**
이 스위치를 누르면 나뭇군이 점프하여 멧돼지를 피할 수 있다. 도끼 LED가 켜져 있을 때는 나무를 베고 있을 때이므로, 눌러도 점프가 되지 않는다.

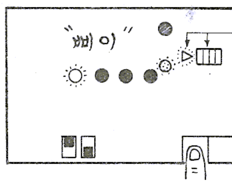
① 전원 스위치를 ON으로 하면 삐이 하는 소리와 함께 도끼의 LED가 켜졌다 조금 후에 꺼지는데, 이 때 절단면의 LED가 하나 켜진다. 그리고 멧돼지의 맨 왼쪽과 나뭇군의 밑의 LED가 켜진다.



도끼의 LED가 꺼질 때에 절단면의 LED가 하나 켜진다.

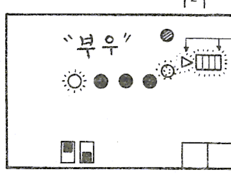

켜져 있는 LED
꺼져 있는 LED

② 멧돼지가 오기 전에 커트 스위치를 누르고 나무를 벤다
● 도끼의 LED가 켜져 있을 때는 나무를 베고 있는 상태이므로, 점프 스위치를 눌러도 점프가 되지 않으므로 멧돼지가 오지 않는다는 것을 충분히 알고 커트 스위치를 눌러야 한다 !



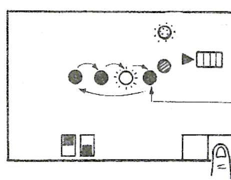
도끼의 LED가 꺼질 때 절단면에 두번째 LED가 켜진다

③ 멧돼지에 떠받히지 않고 4 번 나무를 찍으면 「뿌우」 하는 소리와 함께 나무가 넘어진다.
● 절단면의 LED가 4개 모두 켜지고 「뿌우」 하는 소리와 함께 나무가 넘어지는 동안에는 커트 스위치를 눌러도 도끼의 LED는 켜지지 않지만 점프는 된다.



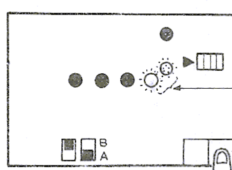
도끼의 LED가 꺼지고 절단면의 4 번째 LED가 켜지면 「뿌우」하는 소리와 함께 나무가 넘어지고, 다음 나무를 표시하기 때문에 또 커트 스위치를 누르고 나무를 베기 시작한다.

④ 멧돼지가 돌진해 오면 점프 스위치를 누르고 점프하여 피한다.
● 멧돼지가 돌진해 오는 타이밍은 나뭇군이 밑에 있는 시간으로 결정되어 있기 때문에 슬슬 오고 있구나 생각되면 그냥 나무 밑에 있으면서 나무는 베지 않고 멧돼지를 기다리는 것이 요령이다 !
● 점프 스위치를 누르고 있을 동안은 커트 스위치를 눌러도 도끼의 LED는 켜지지 않는다.



멧돼지의 LED가 켜질 때 점프하고 있으면 된다.

⑤ 나무를 베는데만 열중한 나머지 멧돼지가 오른쪽 바로 옆에까지 와서 밑에 있는 나뭇군을 멧돼지가 떠받아 게임은 끝난다.
● 게임의 재개는 전원 스위치를 한번 OFF로 했다가 다시 ON한다.
● 게임A에서는 이와 같이 멧돼지에게 떠받히기까지 게임할 수 있지만, 게임B에서는 여기에 제한시간이 가해져 약 80초가 지나면 커트 스위치를 눌러도 도끼의 LED가 켜지지 않게 되어 게임은 끝난다.



점프의 타이밍이 맞지 않으면 나뭇군은 멧돼지에게 떠받혀 나뭇군의 밑에 있는 LED와 멧돼지의 맨 오른쪽 LED가 켜지고 게임 세트 !

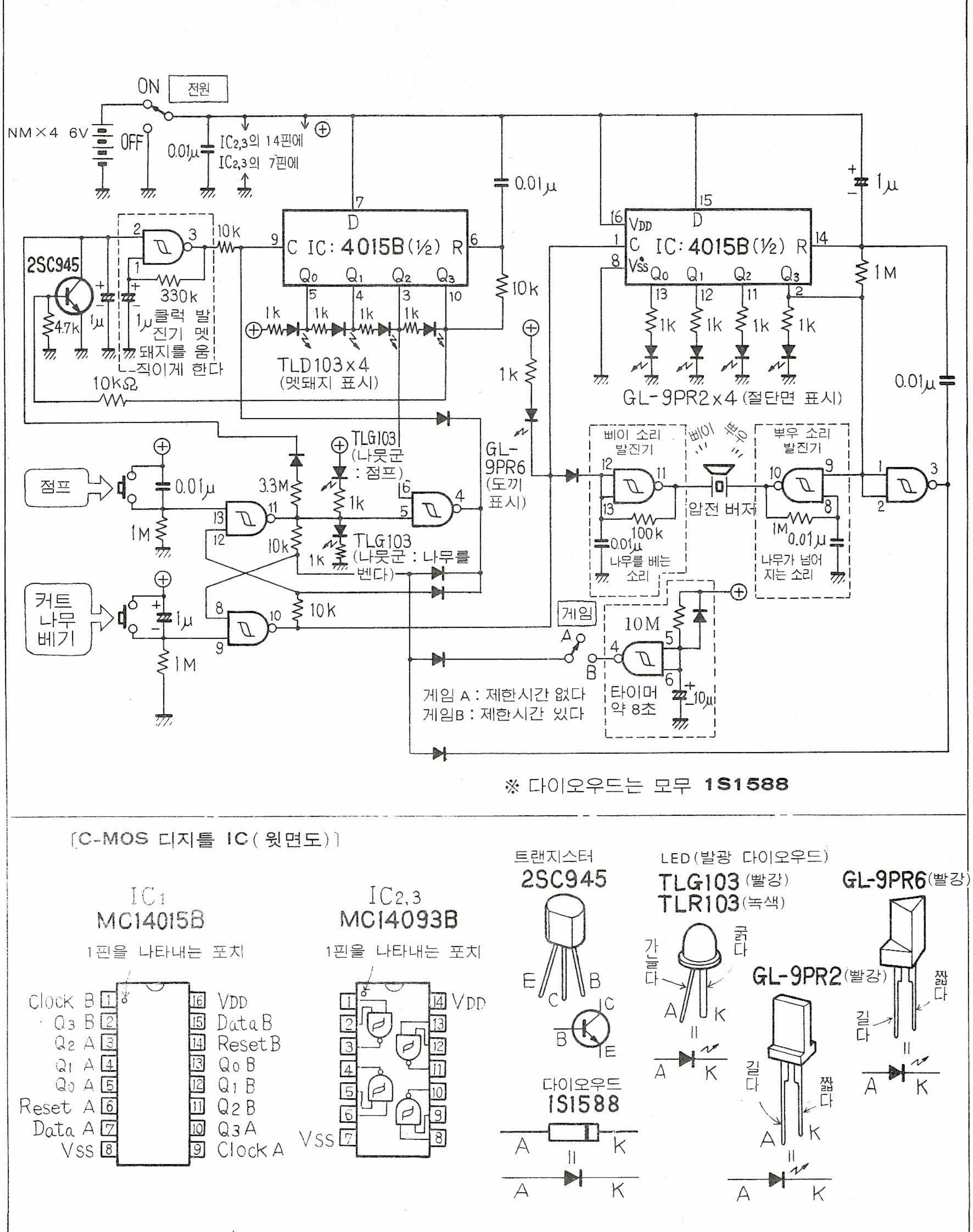
그럼 여러분은 멧돼지의 침노를 받으면서 과연 몇그루의 나무를 벨 수 있을까 ? !

켜서 정성들여 만들어 보자.

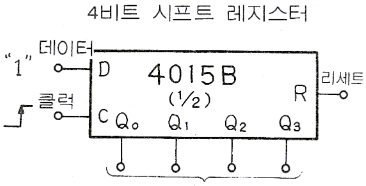
프린트 기판 : 패턴도를 원치수대로 실어 놓았으니, 제 2 원도에서 복사하여 감광기판을 사용하면 간단하고 깨끗이 만들 수 있지만, 복사의 얼룩 수정은 잘 해 둔다. 부품을 납땜할 때는 〔그림 5〕의 주의를 꼭 지켜야 한다. 그렇지 않으면 나중에 케이스에 들어가지 않게 된다. 그리고 압전 버저는 양면 테이프로 고정시킨다.

케이스의 가공 : 카세트 테이프를 〔그림 6〕과 같이 가공하는데, 갈라지지 않도록 주의하

〔그림 2〕 회로도



〔그림 3〕 멧돼지와 나무의 절단면의 표시

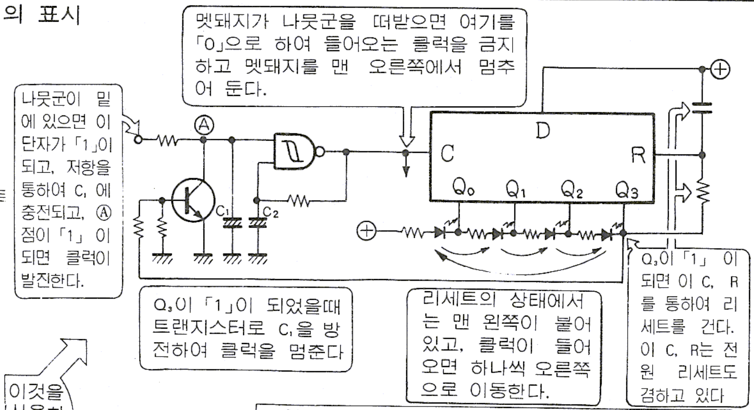


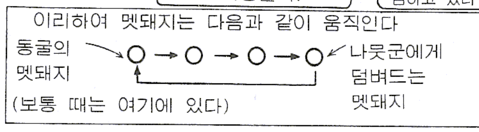
입력		출력			
C	R	Q₀	Q₁	Q₂	Q₃
╳	1	0	0	0	0
↑	0	1	0	0	0
↑	0	1	1	0	0
↑	0	1	1	1	0
↑	0	1	1	1	1
↑	0	1	1	1	1

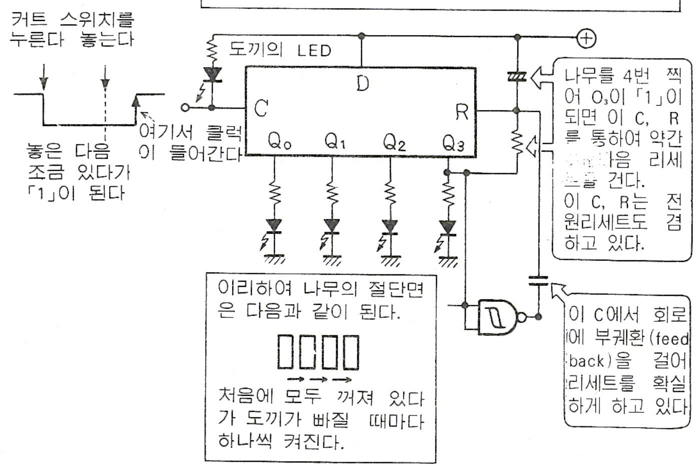
╳: 중 어느 것이라도 좋다

① D(데이터)를 「1」로 해 두면 C(클럭)가 상승할 때마다 출력이 차례로 「1」로 된다.

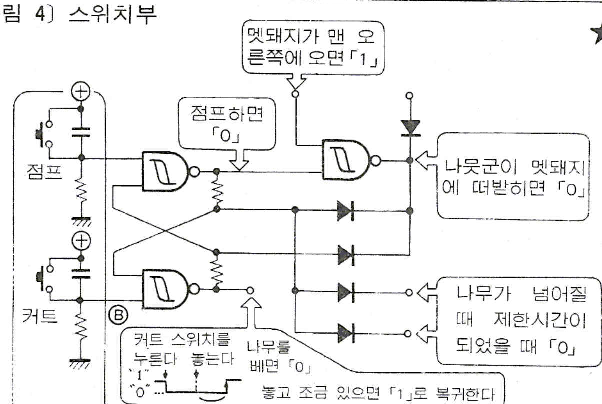
② R(리세트)를 「1」로 하면 출력은 모두 「0」에 리세트된다.





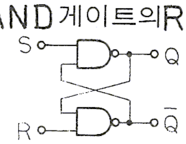


〔그림 4〕 스위치부



이 C, R는 스위치의 채터링 방지와 커트 스위치 쪽은 특히 스위치를 놓고 조금 후에 Ⓑ점이 「0」으로 돌아가게 하고 있다.

★NAND 게이트의 R-S FF



입력		출력	
S	R	Q	Q̄
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	Q	Q̄

이 상태는 보통 사용하지 않지만, 이 게임에서는 이것을 이용하고 있다.

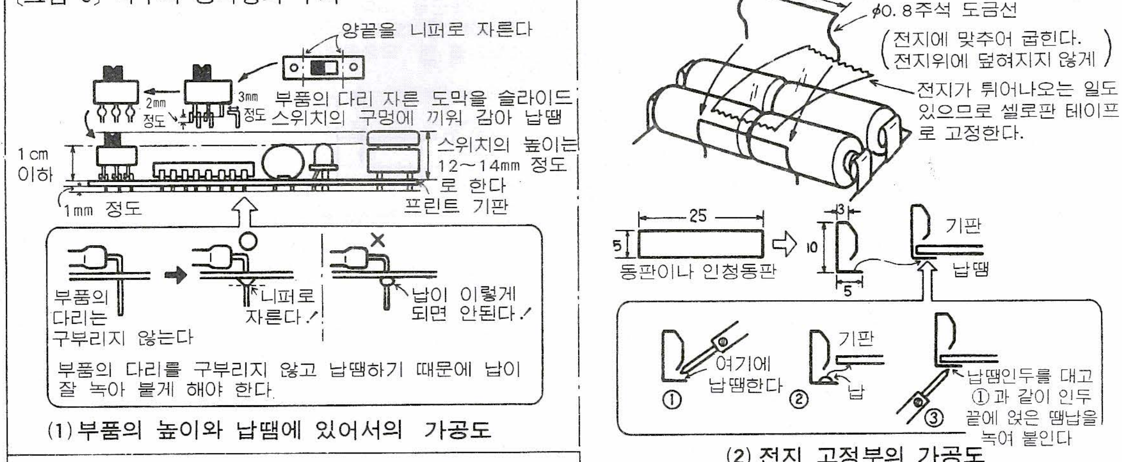
★스위치의 상태

	커트	점프
커트 스위치눌렀을 때	○	×
점프 스위치눌렀을 때	×	○
나무가 넘어질 때	×	○
멧돼지가 나뭇군을 받을 때	×	×
제한시간이 되었을 때	×	○

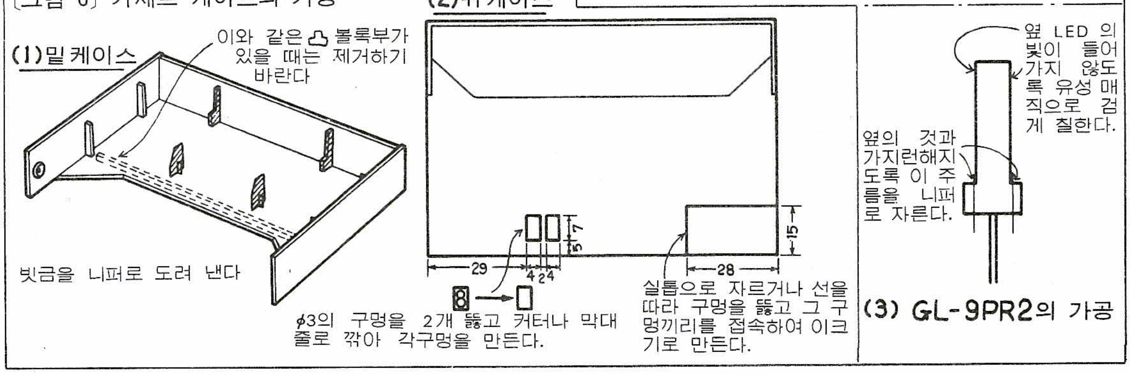
○: 사용할 수 있는 스위치
×: 사용할 수 없는 스위치

• 양쪽을 누르면 먼저 누른 쪽이 우선된다

〔그림 5〕 각부의 공작상의 주의



〔그림 6〕 카세트 케이스의 가공



기 바란다.

전체의 조립 : 기판이 만들어진 단계에서 〔그림 1〕과 같은 게임이 정확하게 되는지 어떤지 조사해 둔다. 틀림 없으면 레이블을 잘라 내어 기판과 함께 케이스에 넣어 완성시킨다.

끝 으 로

전원 스위치를 ON으로 하면 삐이 하는 소리와 함께 도끼의 LED가 켜지고, 조금 있으면 꺼지고 절단면의 LED가 하나 켜지지만, 이것은 회로를 초기화하기 위한 것이므로 덤으로 생각할 수 있다.

부 품 표

C-MOS 디지틀 IC
(같은 번호의 대치품이면 메이커는 어느 것이나 상관 없다)
- **MC14015B** ··· 1
- **MC14093B** ··· 2

트랜지스터 **2SC945**(소신호용 PNP이면 아무거나 좋다) ··· 1

LED(발광 다이오우드)
- **TLR103**(빨간색 고휘도형 ϕ5) ··· 4
- **TLG103**(녹색 고휘도형 ϕ5) ··· 2
- **GL9PR2**(평형 빨간색) ··· 4
- **GL9PR6**(삼각형 빨간색) ··· 1

실리콘 다이오우드
- **1S1588**(스위칭용이면 아무거나 좋다) ··· 8

저항 1/8~1/4W ±5%오차 P형 카아본
- 1kΩ···11 4.7kΩ···1 10kΩ···5
- 100kΩ···1 330kΩ···1 1MΩ···4
- 3.3MΩ···1 10MΩ···1

콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
- 0.01μF(세라믹) ··· 6
- 1μF(탄탈 전해) ··· 4
- 10μF(탄탈 전해) ··· 1

스위치
- 푸시스위치 ··· 2
- 슬라이드 스위치 3P 초소형 ··· 2

압전 버저 ϕ24의 플라스틱 케이스 들이 소형 ··· 1

건전지 NM ··· 4

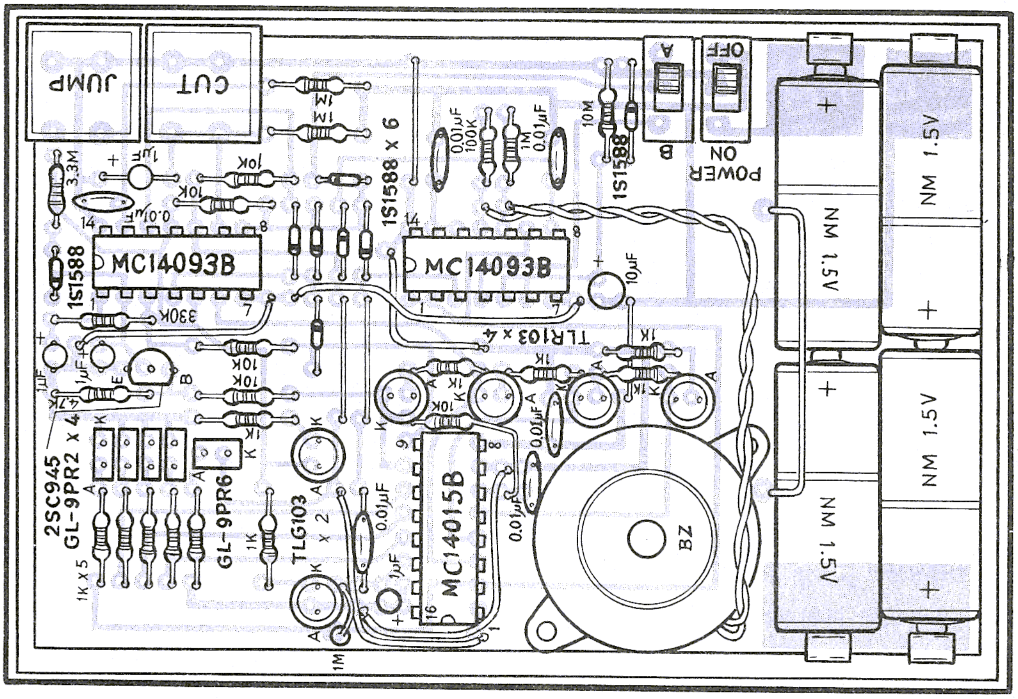
동판 또는 인청동판(전지 받이용)
5×100×0.5t ··· 1

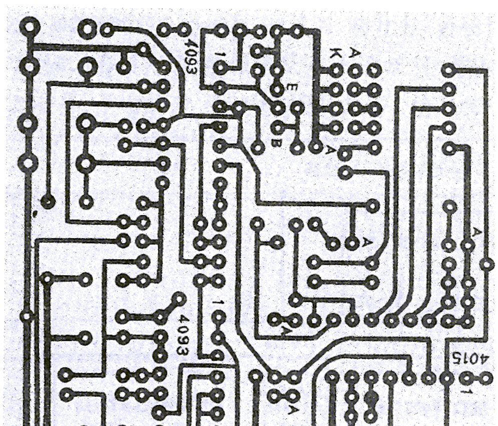
주석도금선 0.8ϕ~1.0(전지 고정용) ··· 6cm

단심 코오드(점퍼선용) ··· 30cm

프린트 기판 65×100mm ··· 1

카세트 테이프 케이스 ··· 1





프린트 패턴도(원치수)

발명이야기

집적회로와 컴퓨우터 게임의 실력

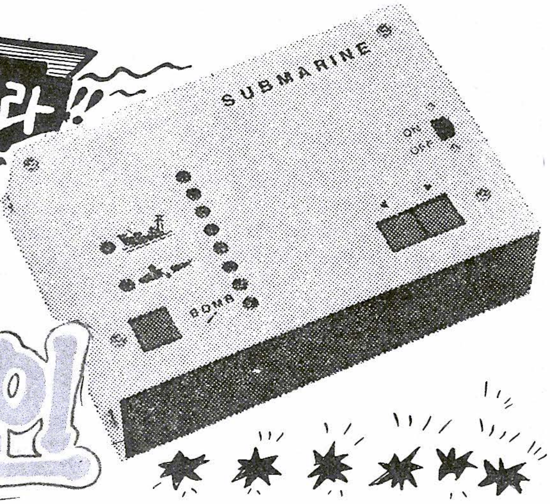
전자기기의 소형화와 고성능화를 가능케 한 IC(집적회로)는, 미국 텍사스·인스트루멘트사의 기사인 제이·킬비에 의해 1959년에 발명되었다. 이것은 트랜지스터나 콘덴서 따위의 전자부품을 반도체 실리콘에 밀집시킨 것이다. 손가락 끝 넓이 정도의 소형 칩의 집적도가 소자 환산으로 100개 이하가 SSI, 1000개까지가 MSI, 1000개 이상이 LSI라 한다.

지금 반도체 메이커들이 경쟁하고 있는 초LSI가 되면, 실로 15만개나 되는 소자가 집적되어 있다고 한다. 집적회로의 진보에 따라 점점 더 소형이면서도 고성능인 컴퓨우터가 만들어지게 되었다.

작년(1982년) 여름에는(컴퓨우터 개발에서 보는 시기적으로) 가장 성능이 좋은 컴퓨우터에 게임을 시켰을 때, 게임의 특색에 따라서는 차이가 있겠지만, 우선 체이스에서는 8~9단 정도의 실력이었다고 한다. 그러나 바둑 급수로서는 입문 초보인 20급 정도이고, 장기는 초단 정도의 실력이 있는 것으로 추정되고 있다. 그러나 바둑의 경우에는, 초단이 되기까지는 앞으로 몇년이 걸릴지 예측하기 어렵다고 한다. 계산이나 기억량에서는 놀라운 능력을 갖고 있지만, 복잡한 사고능력은 아직까지 멀다는 단계이다.

적의 잠수함을 격침시켜라!!

디지틀 게임 서브머라인



★ 이런 게임이다

구축함은 여러분이 콘트롤하는 코오스 스위치에 의하여 자유자재로 움직인다. 움직일 수 있는 포인트(장소를 말한다)는 10×10으로서 100포인트이다.

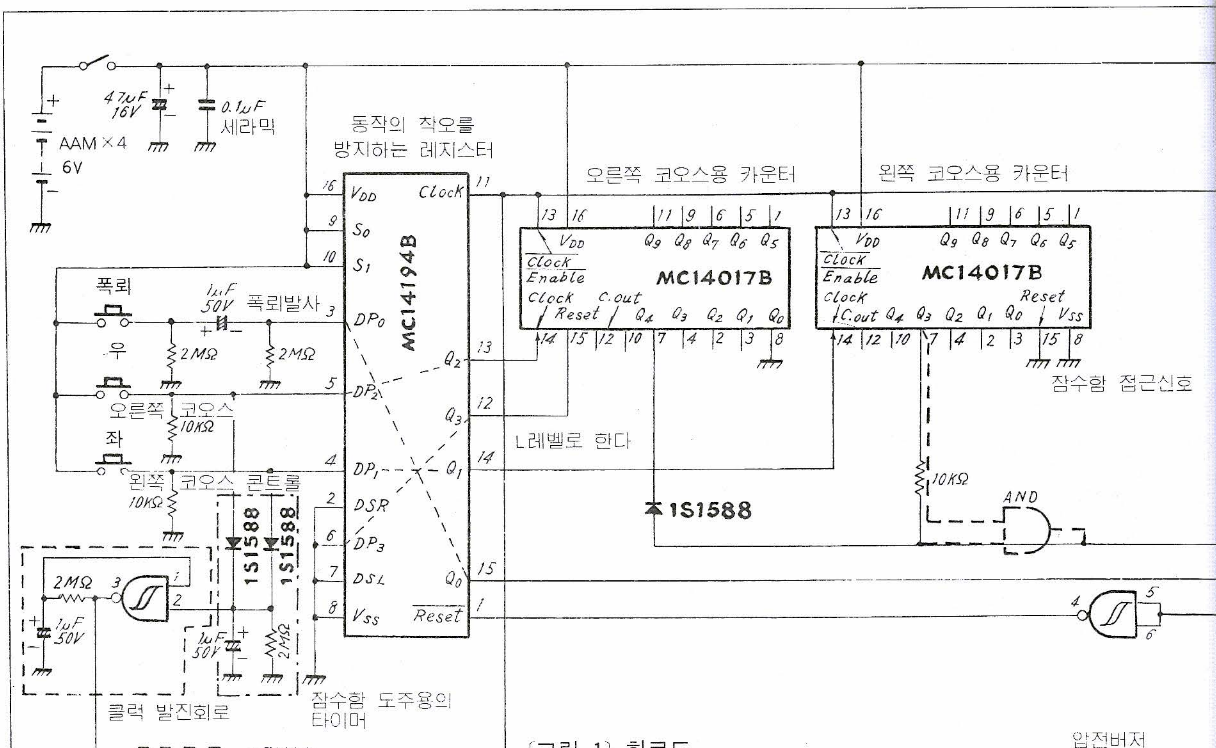
구축함은 모두 8발의 폭뢰를 가지고 있다. 발사 스위치에 의하여 언제든지 발사할 수 있다. 8발 모두 사용하고 나면 게임은 끝난다.

구축함은 소우나음으로 잠수함이 가까이 있음을 안다.

이와 같이 구축함은 여러분의 마음대로 조종할 수 있게 되어 있다. 한편 잠수함도 대단한 기능을 가지고 있다.

잠수함은 여러분이 조종하는 구축함에 대결하기 위하여 완전히 회로가 자동적으로 움직인다.

여러분이 조종하는 구축함의 움직임을 느끼고 다시 고도의 움직임을 한다. 잠수함이 움직일



〔그림 1〕 회로도

수 있는 포인트는 10×10×10으로서 1,000 포인트이다. 그래서 구축함은 잠수함을 찾아내기가 쉽지 않다.

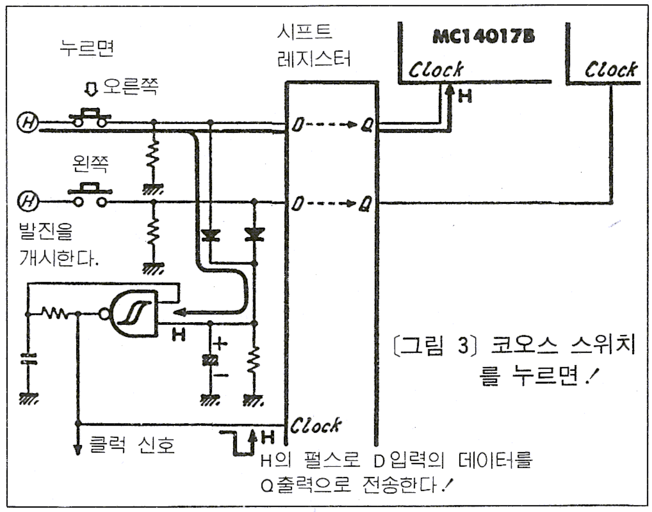
잠수함은 구축함에서 폭뢰 공격을 받지만, 잠수함도 어뢰를 발사하여 구축함을 공격한다. 그러나 그 어뢰는 반드시 명중하는 것이다.

왜냐 하면 잠수함이 어뢰를 발사하기 전에 구축함측이 먼저 발견하여 폭뢰로 격침시키지 않으면 안되는 것이다. 이와 같이 적은 엄청난 위력을 가진 컴퓨우터 잠수함 같은 것이다.

★ 회로에 대하여

〔그림 1〕이 이 게임의 회로도이다. 가로로 길쯤한 그림이지만 회로의 움직임을 한눈에 볼 수 있게 연구되어 있다.

먼저 〔그림 3〕과 같이 왼쪽이나 오른쪽 (또는 양쪽)의 코오스 스위치를 누르면 시프트 레지스터 **MC14194B**의 D입력이 H가 된다. 그와 동시에 다이오우드를 통하여 시미트 NAND(낸드) **MC14093B**의 게이트도 H로 되기 때문에 발진을 개시한다. 이 발진회로가 이 게임 전체의 움직임을 조정하는 타이밍의 펄스를 만들어 내

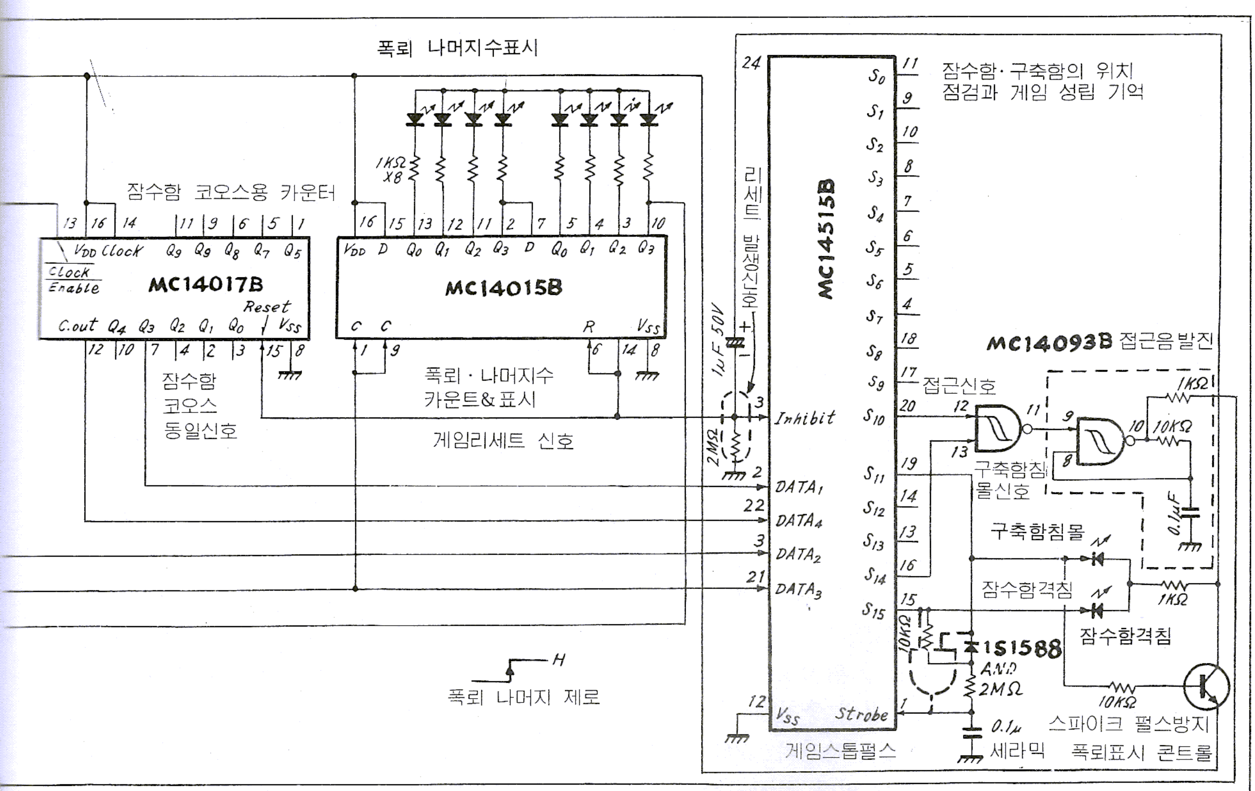


〔그림 3〕 코오스 스위치를 누르면!

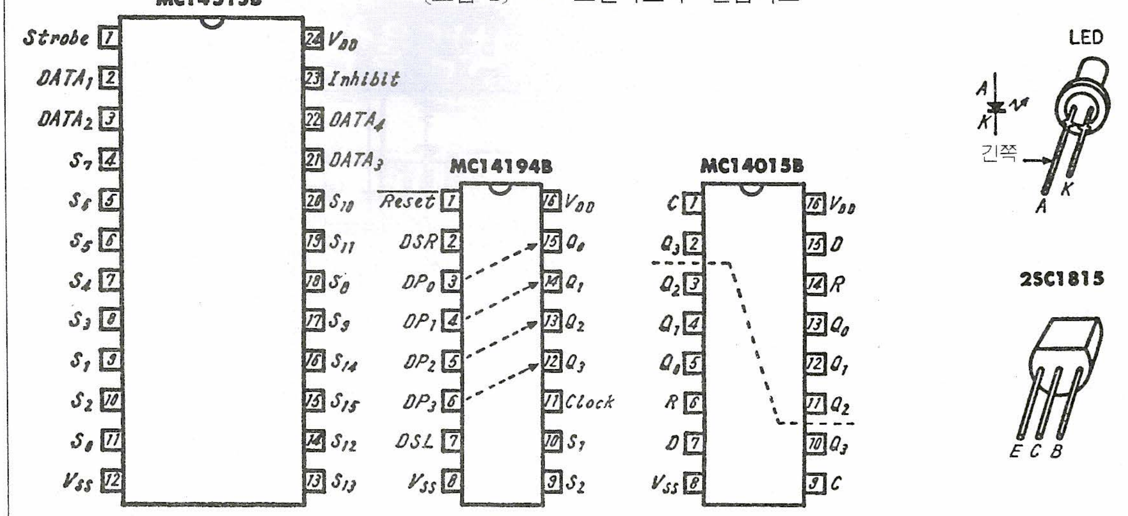
는 클럭 발진회로이다.

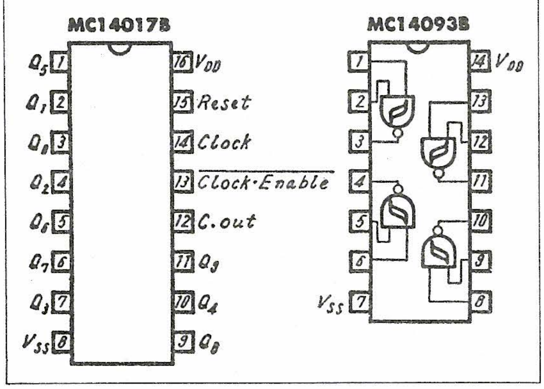
클럭 발진회로가 발진을 시작하고, 클럭 신호가 H로 될 때 우와 좌의 코오스 콘트롤의 신호도 D입력에서 Q출력으로 각각 전송되어 다음의 카운터 **MC14017B**의 클럭 단자를 H로 한다.

MC14017B는 클럭 단자가 H이고, Clock Enable(클럭 이네이블) 단자가 L가 될 때 〔그림 4〕와 같이 카운트한다. 시프트 레지스터의 Q출력이 H가 되고, **MC14017B**의 클럭 단자가



〔그림 2〕 IC · 트랜지스터 · 핀접속도





H로 되면 다음에 클럭 신호가 L가 될 때 카운터는 움직인다.

즉, 시프트 레지스터는 클럭신호가 H가 될 때 작용하고, 카운터는 클럭신호가 L가 될 때 작용한다. 이렇게 하지 않고 코오스 스위치로 직접 카운터를 조정하면 트러블이 일어나기 때문이다.

카운터를 잘못 동작시키지 않기 위해서, 시프트 레지스터로 타이밍을 잘 취하고 있는 것이다. 동작의 착오를 시프트 레지스터로 제지하고 있는 것이다.

이렇게 하여 코오스 스위치를 누르면 카운터가 동작하는 것을 알 수 있을 것이다. 이 카운터가 구축함의 동작이 되는 것이다.

한편 잠수함은 앞서 코오스 스위치를 눌렀을 때 다이오우드를 통하여 콘덴서에 충전해 두고, 코오스 스위치를 누르지 않아도 약간의 시간만큼 클럭 펄스가 발진되게 되어 있다. 잠수함도 같은 **MC14017B** 카운터로 조정하지만, 그것은 클럭 단자가 언제나 H이기 때문에 항상 구축함보다 많이 나아가게 된다.

3개의 **MC14017B**의 Q_3 출력이 모두 H로 되었을 때가 잠수함을 발견한 것으로 된다. 3개의 카운터는 모두 따로따로 움직이기 때문에 잠수함의 발견이 쉽지 않은 것이다.

폭뢰는 발사 스위치를 누르면 저항과 콘덴서로 H의 펄스가 만들어진다. 이 H의 펄스는 앞서의 코오스 콘트롤의 신호와 같이 시프트 레지스터를 통하여 **MC14015B**의 C(Clock) 단자에 접속된다. **MC14015B**는 D입력의 데이터를 Q_0~Q_3으로 직렬로 전송하는 시프트 레지스터이기 때문에 C단자가 H가 될 때 D입력의 H의 데이터를 전송한다.

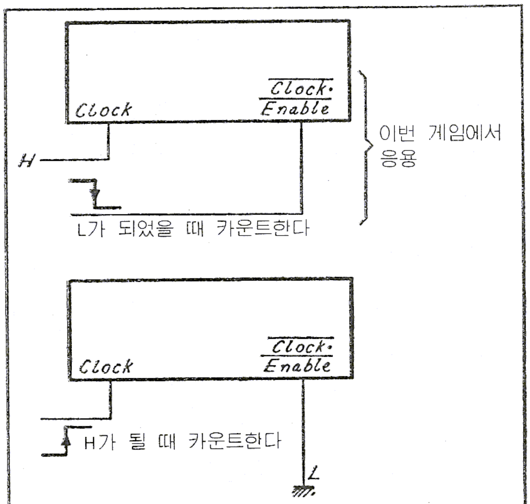
그 때문에 Q출력은 H가 되고, L출력으로 점등해 있던 발광 다이오우드는 꺼진다. 점등해 있는 발광 다이오우드는 폭뢰의 나머지를 나타낸다.

폭뢰를 전부 사용해 버리면 **MC14015B**의 Q_3 출력⑩핀이 L이 되고, 게이트에서 반전되어 **MC14194B**의 $\overline{\text{Reset}}$ 단자를 L로 하기 때문에 리세트되고, 그 후는 코오스 스위치나 폭뢰 발사 스위치의 데이터를 전송하지 않게 된다.

이것이 폭뢰가 없어졌을 때의 게임 종료이다.

한편 여러가지 체크를 하고 있는 부분은 디코우더의 **MC14515B**로 한다.

MC14015B는 2진법 4자리를 16의 출력으로 고친다. 그 작용을 이용한다. 〔그림 5〕와



〔그림 4〕 MC14017B(카운터)의 동작

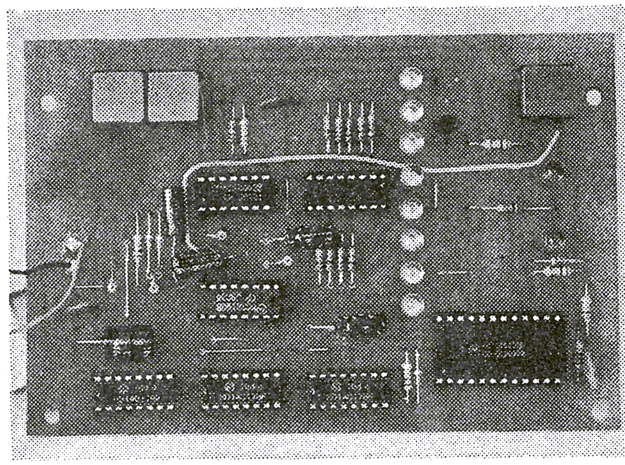
같이 $DATA_1$~$DATA_4$까지의 각 입력에 구축함의 코오스 데이터나 잠수함의 코오스 데이터, 그리고 폭뢰의 데이터를 접속해 준다. 이 출력을 조합시켜 잠수함과 구축함이 접근했을 때의 전자음이나 어느 한쪽이 당했을 때의 표시도 한다. 구축함이 어뢰에 피격되어 침몰했을 때는 동시에 트랜지스터를 조종하여 폭뢰의 나머지 표시도 꺼져 버린다.

〔그림 5〕를 보면 어떤 때 일이 일어나는지 알

S출력	잠수함 접근	폭뢰	구축함	잠수함	발생한 일
S_0	L	L	L	L	
S_1	L	L	L	H	없다
S_2	L	L	H	L	
S_3	L	L	H	H	없다
S_4	L	H	L	L	
S_5	L	H	L	H	없다
S_6	L	H	H	L	
S_7	L	H	H	H	없다
S_8	H	L	L	L	
S_9	H	L	L	H	
S_{10}	H	L	H	L	접근음
S_{11}	H	L	H	H	구축함 침몰
S_{12}	H	H	L	L	
S_{13}	H	H	L	H	
S_{14}	H	H	H	L	접근음
S_{15}	H	H	H	H	폭뢰명중
	$DATA_4$	$DATA_3$	$DATA_2$	$DATA_1$	

※없다의 조합은 이 게임에서는 할 수 없다

〔그림 5〕 MC14515B 디코우더에 의한 체크



수 있다. **MC14515B**에서는 또 일어난 일의 기억도 하고, 게임을 멈춘다. 이것은 **MC14515B** 속의 래치를 이용하고 있다. 〔그림 6〕과 같이 만일 Strobe 단자를 S_{15}에 접속했다고 하고, $DATA_1$~$DATA_{15}$에 의하여 S_{15}가 선택되고, S_{15}가 L로 되면 Strobe 단자도 L가 되고, DATA 입력과 기억회로는 분리되어 버려, 다음의 새로운 데이터를 넣을 수 없기 때문에 그대로 낡은 데이터가 기억된다. 그래서 언제까지나 같은 작용이 계속된다.

★ 부품에 대하여

MC14093B는 이번과 같은 사용법에 있어서는 다른 메이커의 동등품을 사용하면 소리나 타이밍이 상당히 달라진다. IC는 동등품이면 어느 메이커의 것이라도 좋다.

푸시 스위치는 기판에 고정시킬 수 있는 것으로서, 모양 있는 것을 찾은 끝에 구한 것이다.

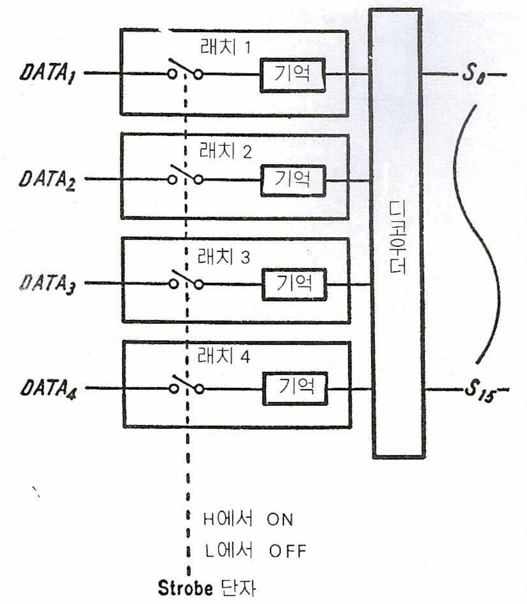
다른 부품은 모두 어렵지 않게 구할 수 있고, 또 대용품을 사용해도 된다.

★ 제작에 대하여

먼저 프린트기판부터 만든다. 감광이 끝나고 현상할 때 현상액의 온도를 미지근하게 하고, 에칭액은 뜨거운 것이 좋다.

케이스의 구멍뚫기는 〔그림 7〕과 같이 한다. 치수가 매우 작기 때문에 천천히 시간을 들여서 꼼꼼히 뚫도록 하자.

배선은 먼저 기판의 점퍼선부터 시작한다. 다음에는 IC 소켓이다. 그리고 또 다음은 저항이



〔그림 6〕 MC14515B의 래치회로

나 다이오우드, 그 다음이 발광 다이오우드이고 콘덴서는 맨 나중에 한다.

본기는 속이 빽빽히 차 있기 때문에 콘덴서나 다른 부품은 기판에서 8 mm 이내의 높이로 한다. 발광 다이오우드는 기판에 꽂아 두기만 한다.

그리고 케이스에 기판을 짜넣어 보고 발광 다이오우드의 머리가 케이스의 표면에서 조금 나올 정도로 맞추어 납땜한다. 압전 버저는 기판의 앞면에는 장소가 없기 때문에 뒷면에 양면 테이프나 접착제로 붙인다.

본기는 부품수가 꽤 많기 때문에 틀리지 않도록 몇번이나 점검을 하자. 또 IC의 방향이 맞아 있지 않으므로 실체도를 잘 보고 IC를 끼운다.

★ 게임하는 법

우선 처음에는 코오스 스위치를 누르면서 파워 스위치를 ON으로 한다. 코오스 스위치는 어느 한쪽이라도, 혹은 양쪽을 눌러도 된다. 이것으로 리세트되었기 때문에 게임을 해도 된다.

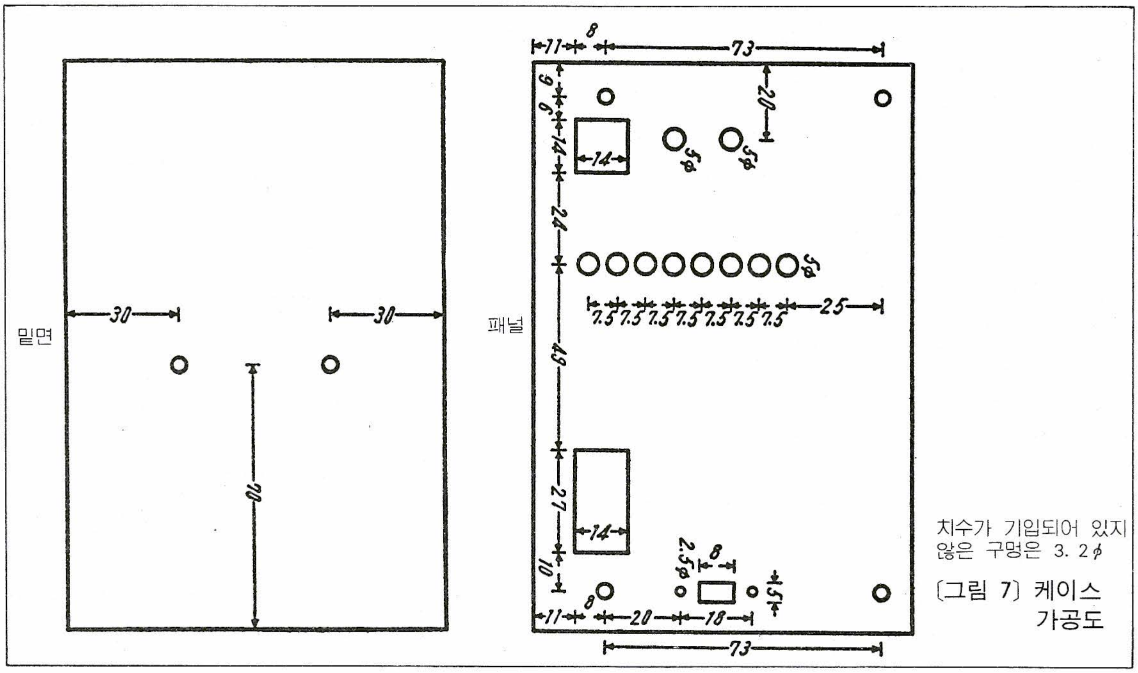
회로 부분에서 이야기한 것과 같이, 본기는 10 진 카운터 3개의 조합이기 때문에 그 점을 잘 생각하여 이용한다. 압전 버저에서 클럭 신호음이 들리기 때문에 주의해야 한다.

① 코오스 스위치를 한쪽만 1클럭을 누른 다음 놓는다.

② 다음에는 2개의 코오스 스위치를 동시에 눌렀다 놓는다. 클럭신호가 들리지 않게 되었으면, 또 2개의 코오스 스위치를 동시에 누른다. 이것을 10번 반복한다.

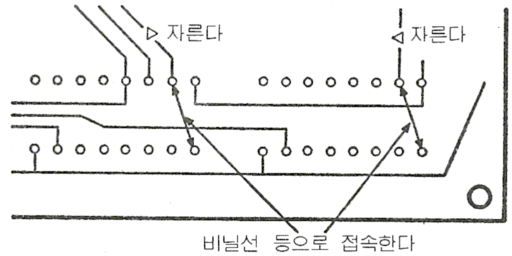
③ ①～②를 반복하면 잠수함의 접근음이 들린다.

④ 접근음이 들리면 ②를 반복한다. 이 때 찬스라고 생각되면 폭뢰로 공격도 한다(폭뢰 공격



〔그림 7〕 케이스 가공도

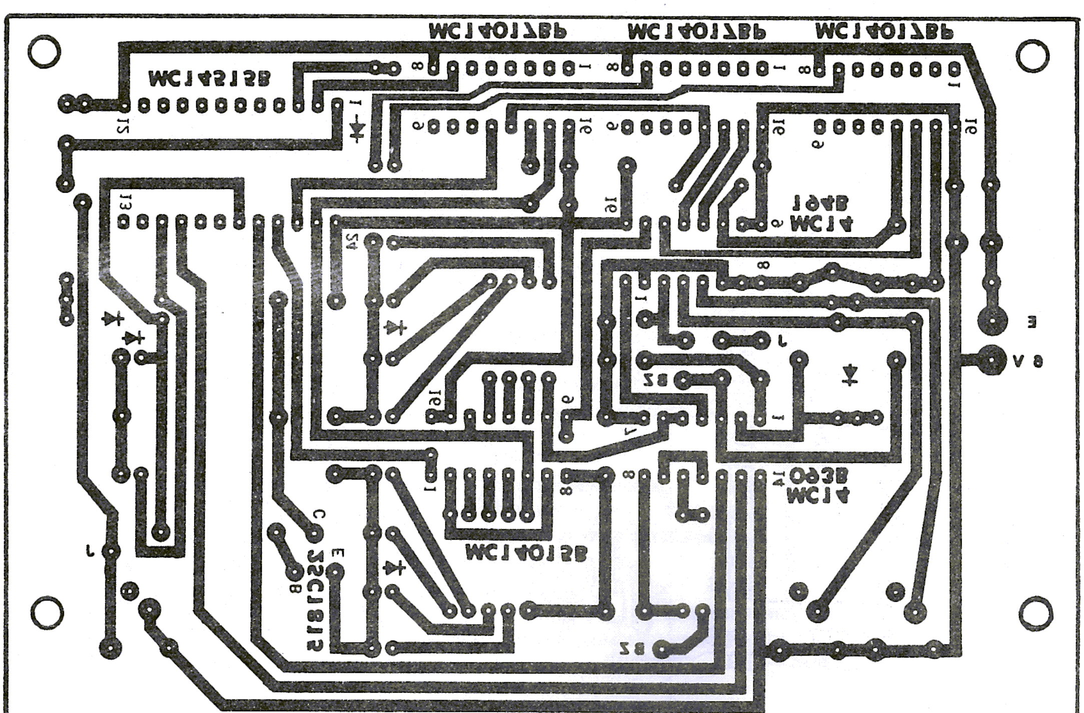
〔그림 8〕 더 쉽게 플레이하기 위한
개량법(패턴면에서의 그림)



다른 부분은 일체 손대지 않도록

부 품 표

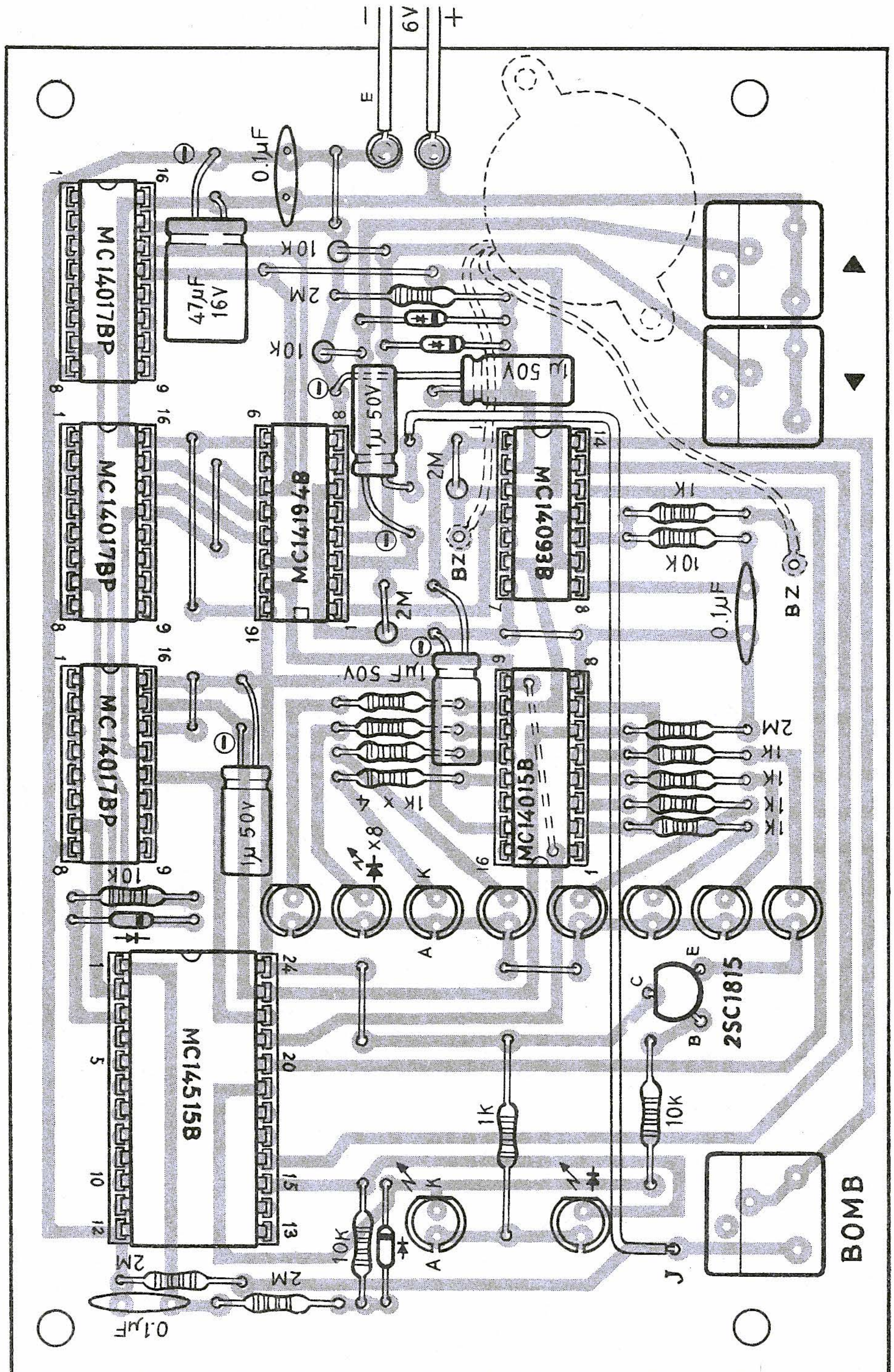
IC **MC14015B**	1	스페이서 길이 10mm(나사 있는 것)	4
MC14017B	3	전지 호울더 AAM 2개용	2
MC14093B	1	건전지 AAM(1.5V)	4
MC14194B	1	콘덴서 47μF 16V 전해	1
MC14515B	1	1μF 50V 전해	4
IC 소켓 14핀용, 16핀용, 24핀용	각 1	0.1μF 50V 세라믹	3
트랜지스터 **2SC1815(Y)**	1	저항 1kΩ (갈색·검정·빨강) 1/4W 5ϕ	10
발광 다이오우드		10kΩ (갈색·검정·주황) 〃 〃	5
빨간색 5ϕ **TLR-113A**	2	2MΩ (빨강·검정·녹색) 〃 〃	6
노란색 5ϕ **TLY-113A**	8	소형물 2ϕ×3 붙박이	2
다이오우드 **1S1588**	4	2ϕ×6비스(스위치 고정용)	2
케이스 150×40×100mm	1	3ϕ×6비스(전지 호울더 고정용)	2
압전 버저 23ϕ	1	3ϕ 스프링와셔(〃)	2
감광기판 1.6×150×100mm	1	3ϕ 평와셔(〃)	2
현상제	1	3ϕ 너트 (〃)	2
2P 미니 슬라이드스위치	1	0.4ϕ 주석도금선	30cm
키이스위치	3	비닐선(가는 것) 빨간색·검은색	각50cm



은 코오스 스위치를 눌렀거나 놓은 바로 뒤에 클럭신호가 나와 있을 때가 아니면 발사할 수 없다).

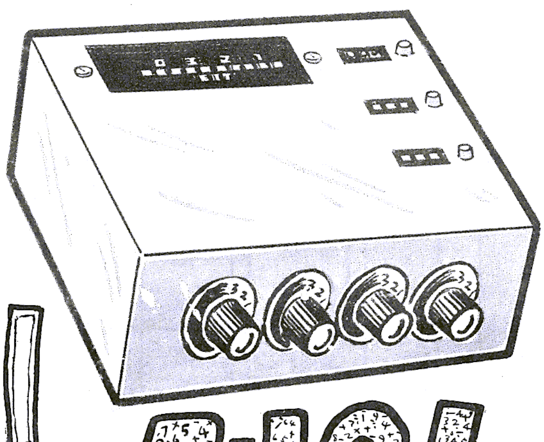
이것이 필자가 생각한 방법인데, 여러분은 연구해서 나름대로의 자기 방식을 생각해 보자.

좀 어렵다고 생각되면 〔그림 8〕과 같이, 개량하면 잠수함이 움직이는 포인트가 본기의 4분의 1인 5×5×10으로서 250이기 때문에 수월해진다.



실제도

숫자놀이 아라비안 몽타아지 ??+??= 게임



이달에도 여러분의 흥미를 돋구어 줄만한 게임을 소개한다. 4자리의 미지수를 알아 맞히는 아라비안 몽타아지 게임이라는 지능게임이다.

이런 게임이다

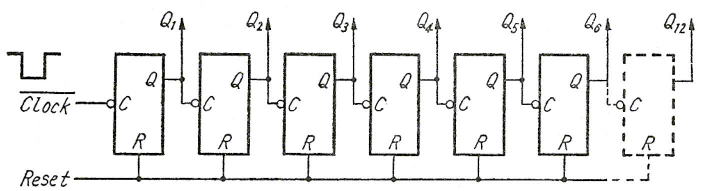
처음에 0~3까지의 4가지 종류의 수를 4자리 사용한 미지의 수가 주어진다. 이것을 난수라고 한다. 이 난수는 게임을 하는 사람에게는 일체 알 수 없다.

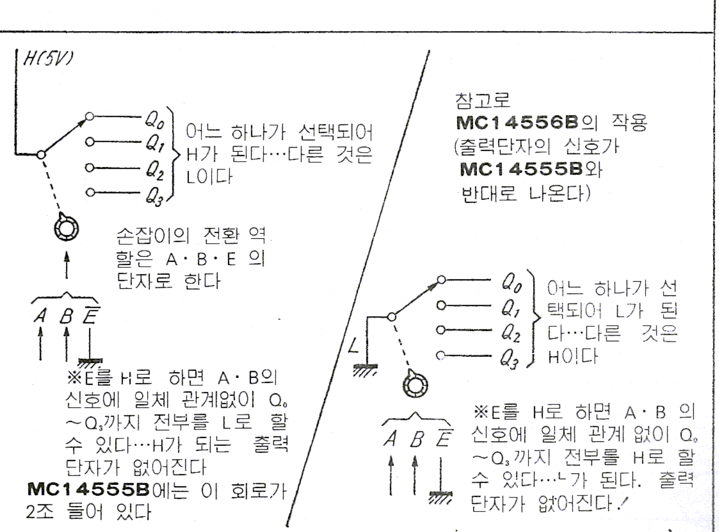
게임을 하는 사람은 이 난수를 맞히는 것인데, 쉽게 맞혀지는 것은 아니다. 그래서 몇번이나 도전하되 일단 9회까지로 되어 있는 것이다.

여러분 두뇌의 명석함과 육감이 문제인 독특한 게임이다.

미지의 숫자를 머리와 육감으로 맞히면서 바른해답을 내는 게임이기 때문에 아라비안 몽타아지 게임이라고 이름붙였다. 여러분이 잘 아는 몽타아지 사진과 같이 조금씩 숫자를 바꾸면서 정확하게 만들어 가는 게임이다.

〔그림 2〕 MC14040B의 간단한 구조





〔그림 3〕 디코우더 IC MC14555B의 간단한 구조

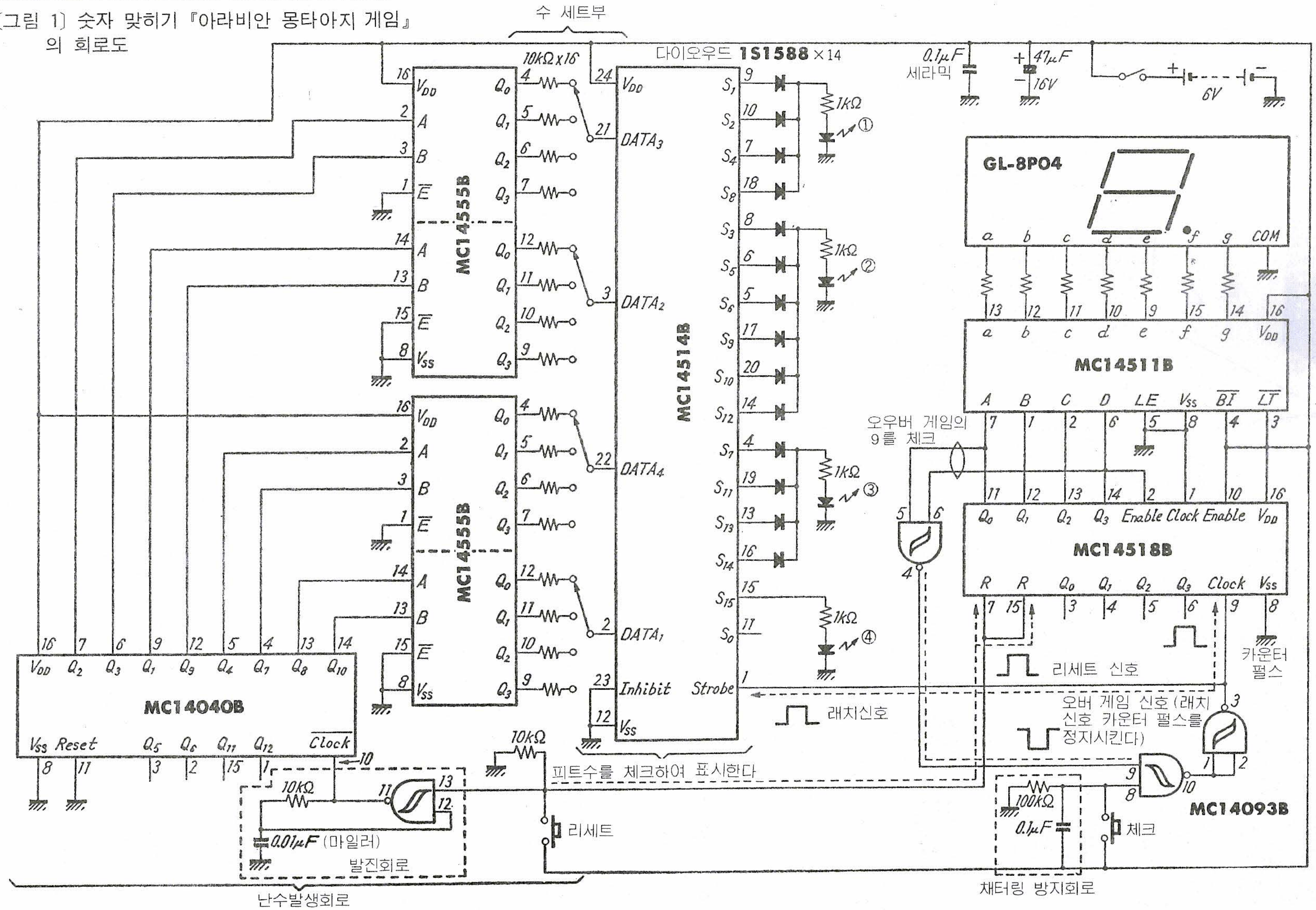
회로에 대하여

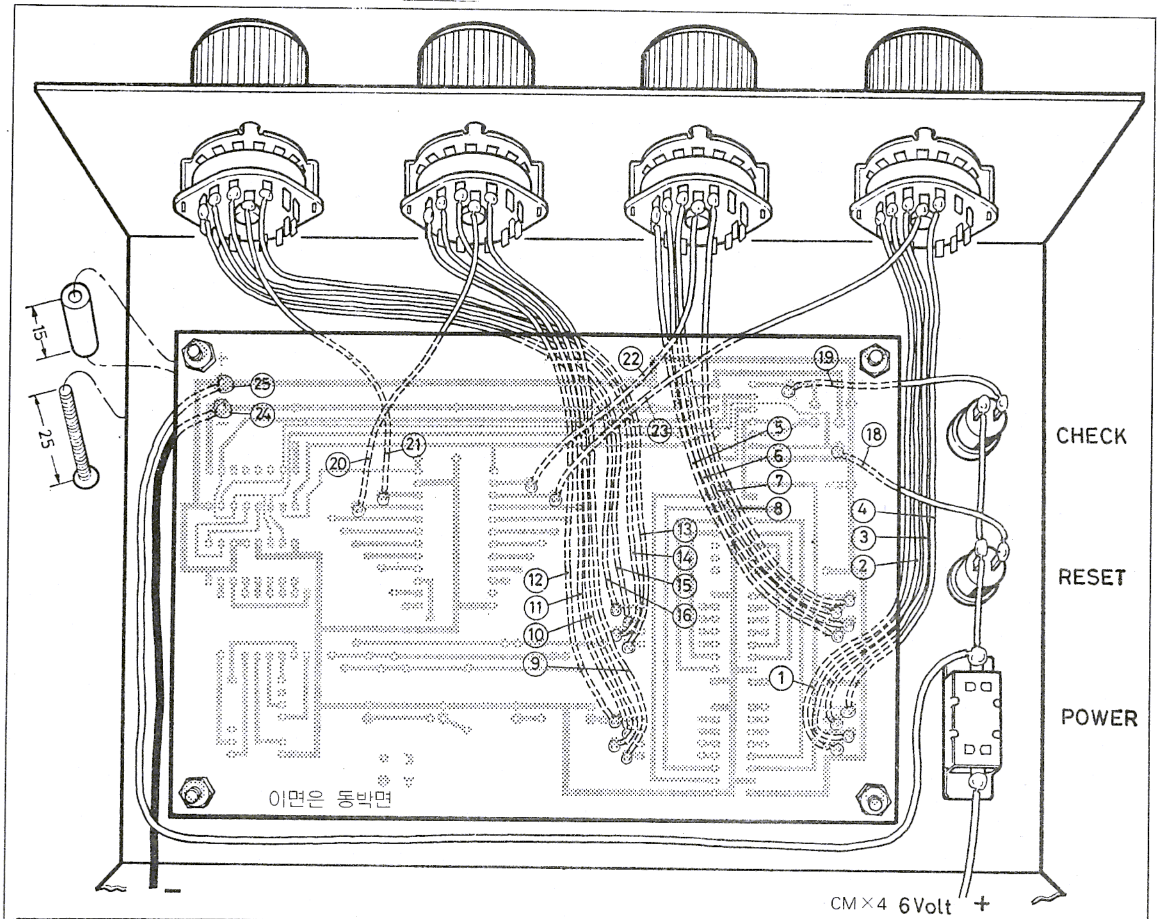
회로는 〔그림 1〕과 같이, 7개의 IC로 되어 있다.

먼저 게임을 시작하기 위해서, 리세트 스위치를 누르면 회로도의 왼쪽 밑에 있는 **MC14093B**의 시미트 동작의 NAND(낸드) 게이트가 발진하기 때문에 그 발진출력은 뒤에 이어져 있는 **MC14040B**의 $\overline{Clock}$ 단자에 들어간다. **MC14040B**는 플립플롭을 12단 접속해 놓은 카운터로서 그 구조를 간단히 설명하면 〔그림 2〕와 같이 되어 있다. 그러므로 클럭 단자에 펄스가 들어가면 펄스의 하강으로 플립 플롭이 변화하여 Q_1출력에서 Q_{12} 출력까지 차례로 변화해 간다. 여기서 미지의 수, 난수의 소자를 만들고 있는 것이다.

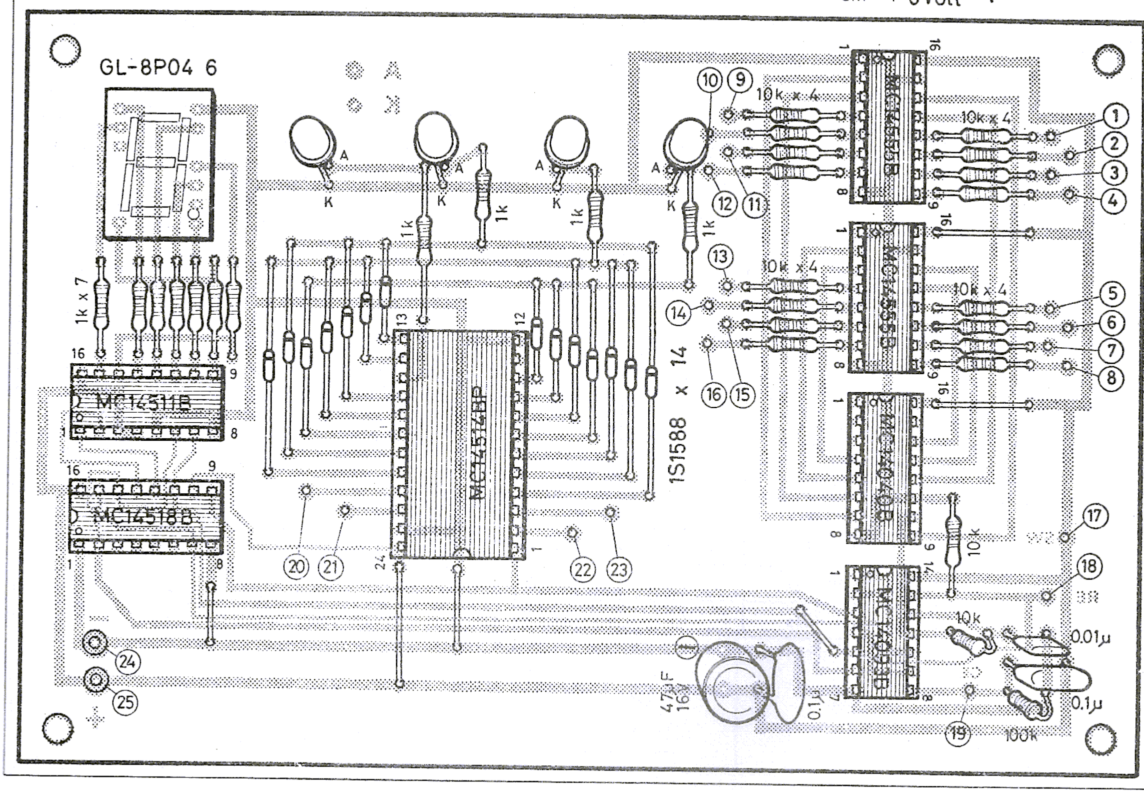
이 카운터의 출력을 〔그림 3〕

[그림 1] 숫자 맞히기 『아라비안 몽타아지 게임』 의 회로도





CHECK
RESET
POWER
이면은 동박면
CM×4 6Volt +
15
25



GL-8P04 6
1k x 7
MC14511B
MC14518B
MC14514BP
1S1588 x 14
10k x 4
MC14555B
MC14040B
MC14093B
10k
0.01μ
0.1μ
100k
47μF 16V

에 나와 있는 디코우더 IC의 **MC14555B**에 접속하면 Q_0~Q_3의 4개의 출력단자 속의 하나만이 선택되어 H의 출력으로 바뀐다. 그러므로 간단히 생각하면 지금까지 이야기한 부분의 발진회로에서 카운터, 디코우더까지는 0부터 3까지의 4가지 변화를 하는 주사위가 4조 있는 것과 같다.

이미 자작한 사람들도 있겠지만 이 부분은 **미로 게임**과 비슷하다. 똑 같다고 해도 과언은 아니지만, 디코우더 IC의 차이로 최후에 선택되어 나오는 출력의 극성이 다르다.

디코우더에는 콘트롤 입력의 A와 B가 전체로서 4조 있고, 카운터에는 Q_1에서 Q_{12}까지 12의 출력이 있지만, 원리적으로는〔그림 1〕의 회로도와 같이 접속하지 않아도 된다. 이것은 발진회로가 발진하여 카운터가 변화하고 있을 때가 중요한 것이 아니라, 발진회로가 스톱하여 카운터도 변화하지 않고 디코우더의 출력이 미지의 수를 출력하고 있을 때가 중요하다. 즉, 정지해 있을 때에 미지의 수이기만 하는 된다.

이것으로 어떻게 미지의 수, 난수가 나오는지 알았을 것이다. 디코우더 **MC14555B**로 골라 낸 H출력이 미지의 수인 것이다. H출력을 내고 있는 단자가 미지수라고도 할 수 있다.

그런데 이번에는 어떻게 하여 그 미지수를 게임으로 맞혀 가느냐(몽타아지하느냐?)인데, 4접점의 로우터리 스위치로 맞힌다.

만일 미지수가 나와 있는 단자에 접속되면 10kΩ을 통하여 H가 되지만, 그렇지 않고 맞아 있지 않을 경우에는 10kΩ을 통하여 L가 된다. 그래서 수가 맞았을 때 피트했을 때만 로우터리 스위치의 출력은 H가 된다. 이 출력을 체크하여 4자리 내의 몇조가 맞아 있는지를 LED로 표시 시킨다.

표시방법은, 어느 자리와 어느 자리가 맞아 있다는 등으로 표시하면 곧 게임이 성립되어, 전혀 재미스럽지 않으므로 다른 방법으로 한다. 그 방법 4자리 내의 몇자리가 맞아 있는가를 표시하는 것이다. 이를테면 1자리만 맞아 있으면 1자리 맞아 있다고 표시하고, 3자리가 맞아 있으면 3자리 맞아 있다고 표시하게 되어 지능 게임으로서의 흥미를 한층 더하고 있다.

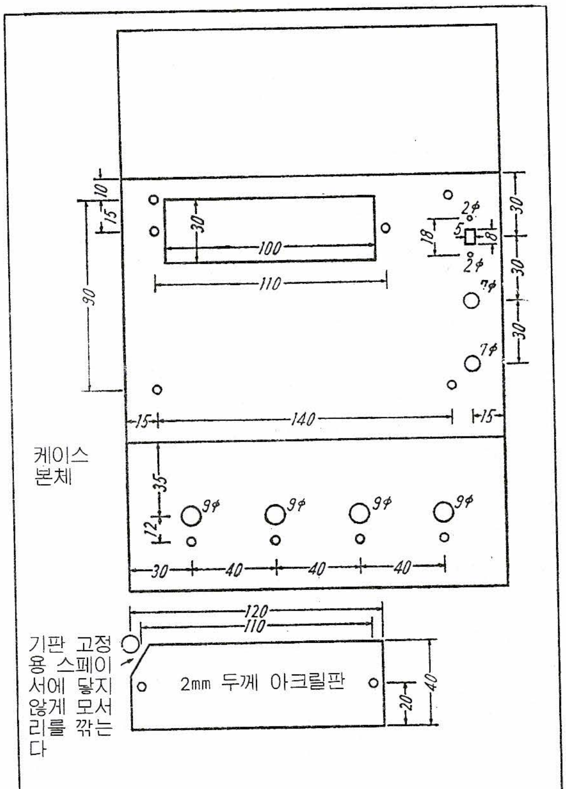
즉, 게임을 어렵게 만드는 것이다. 이 체크와 표시방법을 두고 두고 생각해 보았는데, 어느날 문득 생각해 낸 것이〔그림 4〕와 같이 디코우더를 사용하는 방법이다. 이번의 디코우더는 **MC14514B**라는 2진법 4자리를 0부터 15의 16진법으로 바꾸는 24핀의 대형 패키지의 IC를 사용한다.

작용은 앞서의 **MC14555B**가 2진법 2자리(A, B입력)로

〔그림 4〕 디코우더 IC에 의해 맞아 있는 수의 체크방법

DATA 4	DATA 3	DATA 2	DATA 1	선택되어Ⓗ를 출력하는 단자	맞아 있는 수
0	0	0	0	S_0	0
0	0	0	1	S_1	1
0	0	1	0	S_2	1
0	0	1	1	S_3	2
0	1	0	0	S_4	1
0	1	0	1	S_5	2
0	1	1	0	S_6	2
0	1	1	1	S_7	3
1	0	0	0	S_8	1
1	0	0	1	S_9	2
1	0	1	0	S_{10}	2
1	0	1	1	S_{11}	3
1	1	0	0	S_{12}	2
1	1	0	1	S_{13}	3
1	1	1	0	S_{14}	3
1	1	1	1	S_{15}	4

로우터리 스위치로부터의 입력으로 맞아 있으면 1, 틀려 있으면 0



〔그림 6〕 케이스의 가공도

서 Q_0～Q_3의 4개의 출력 내의 하나를 택하여 H로 하고 있었지만, 이번의 **MC14514B**는 2진법 4자리(DATA₁～DATA₄)로서, S_0～S_{15}의 16의 출력 내의 하나를 택하여 H로 한다.

〔그림 4〕를 보면 곧 알 수 있지만, 이를테면 1자리 맞아 있을 경우는 디코우더의 $DATA_1$～$DATA_4$까지의 4개의 입력 중에 어느 하나만 H입력이 되기 때문에 택해지는 출력(H)은 S_1이나, S_2, S_4 또는 S_8 중의 하나이다.

이것을 다이오우드로 만들어 1자리 맞아 있다고 표시한다.

다른 경우도 마찬가지로서, 이를테면 4자리 모두 맞아 있을 때는 디코우더의 4개의 입력단자 $DATA_1$～$DATA_4$가 모두 H입력이 되기 때문에 택해지는 출력은 물론 S_{15}이다.

다음에 게임 중에 새로운 수를 세트하면 곧 몇자리 맞아 있는지 표시가 나오는데, 이렇게 되면 서투르고, 또 새로운 수를 세트할 찬스가 많으면 게임으로서 재미가 없으니, 좀 더 드릴을 살리기 위해서 새로운 수를 세트할 찬스를 9회로 한다. 이것은 카운터 **MC14518B**로 체크 스위치를 누른 회수를 센다(체크 카운터).

또 체크 스위치를 눌렀을 때에 나오는 펄스를 이용하여, 앞서의 디코우더 IC **MC14514B**의 스트로보(Strobe) 단자를 콘트롤한다. 이것은 IC 내에 내장되어 있는 래치(일종의 플립 플롭)를 이용하여, 새로운 수를 다이얼로 세트해도 체크스위치를 누르지 않는 한, 몇자리 맞아 있는지의 피트 표시도 변하지 않게 해 놓았다.

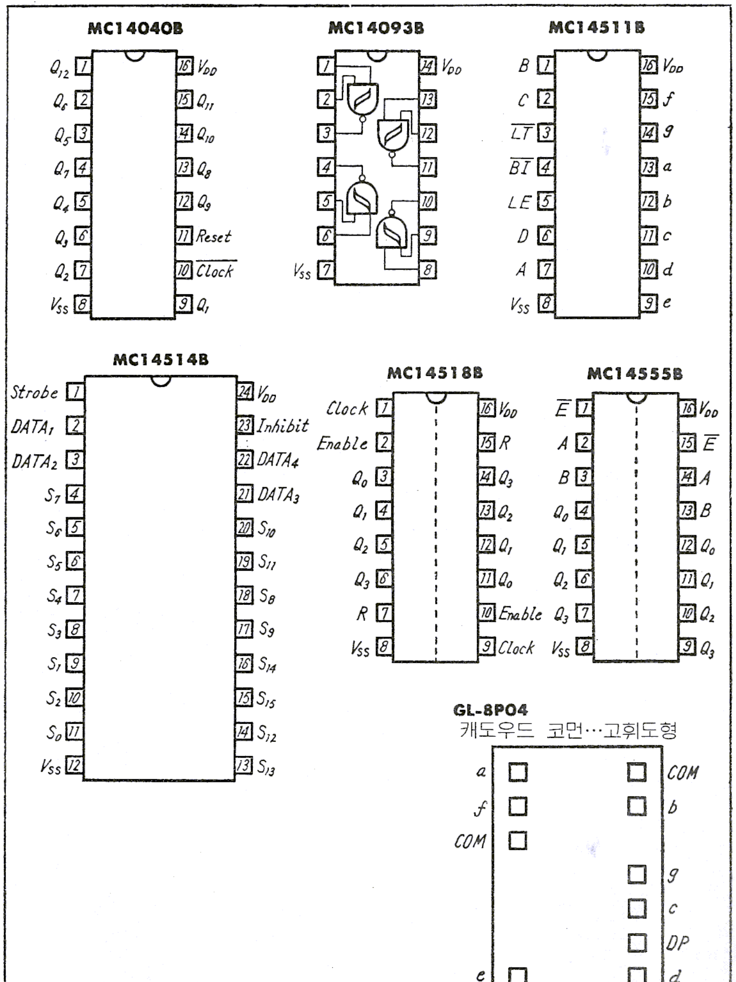
그래서 새로운 수를 다이얼로 맞추어 체크 스위치를 누르면 그 결과가 표시된다. 그와 동시에 몇 번째의 체크인지 카운터로 표시된다.

카운터는 10진 카운터가 2조 들어 있는 **MC14518B**이지만, 1조 밖에 사용하지 않기 때문에 다른 IC라도 좋으나, 소켓에서 빼어 다른데 활용할 기회도 있을 가능성이 있기 때문에 내용이 진한 2조가 들어 있는 IC를 사용했다.

또 체크 펄스 발생회로에는 보통의 푸시버튼 스위치를 사용할 수 있도록 시미트 NAND(낸드) 게이트와 저항, 콘덴서로 채터링 방지회로를 구성하고 있다.

이것으로 회로의 설명은 끝났는데, 이 회로방법은 디지틀에 대하여 알고 있는 사람들은 매우 간단하지만, 초보자들은 좀 어려울 것이다. 이것이 디지틀에서 가장 어려운 것이라고 생각된다.

아무래도 디지틀의 참고서, 입문서에서는 배울수 없는 부분이다. 소프트웨어를 이해하지 못하고서는 할 수 없는 부분이다.



〔그림 5〕 각 IC와 LED의 핀 접속도

부품에 대하여

특별한 부품은 하나도 사용하지 않았으며, IC도 여러가지 나와 있으므로 걱정 없다.

〔그림 5〕에 각 IC의 핀 접속도가 나와 있다. 로우터리 스위치는 가장 싸고도 구하기가 쉬운 것이지만, 한가지 결점은 대형이기 때문에 케이스에 꾸미는데 좀 곤란한 점이 있다. 전지도 CM을 사용했으나 AAM이라도 충분하므로 될 수 있으면 소형으로 만들기 바란다.

제 작

〔그림 6〕과 같이 케이스의 가

공부터 시작한다. 표시창용의 아크릴판도 가공하지만, 플라스틱의 반투명판으로 대용할 수도 있을 것이다.

케이스의 가공이 끝났으면 구멍 가장자리를 끝손질하여, 공구의 기름끼나 가공 부스러기를 부엌에서 사용하는 중성세제 등으로 깨끗이 씻어서 말린다.

프린트기판은 감광기판으로 만들기 때문에 간단하지만, 가장 중요한 부분이므로 주의해야 한다. 조금이라도 실패하면 기판을 다시 만들 정도의 각오가 필요하다.

그리고 처음으로 이와 같은 대작?에 도전하는 사람은 반드시 지정된 부품을 사용하는 것이 좋다. 대용품을 사용할 수 있는 사람은 고장이 났을 경우, 자신이 수리할 수 있는 사람이어야 한다.

기판과 스위치 사이의 배선은 좀 가는 비닐선을 색별하여 사용하자.

손잡이는 필요없는 4~10 까지의 흰 문자는 검정색 매직 등으로 칠해서 보이지 않게 한다.

시험하는 방법

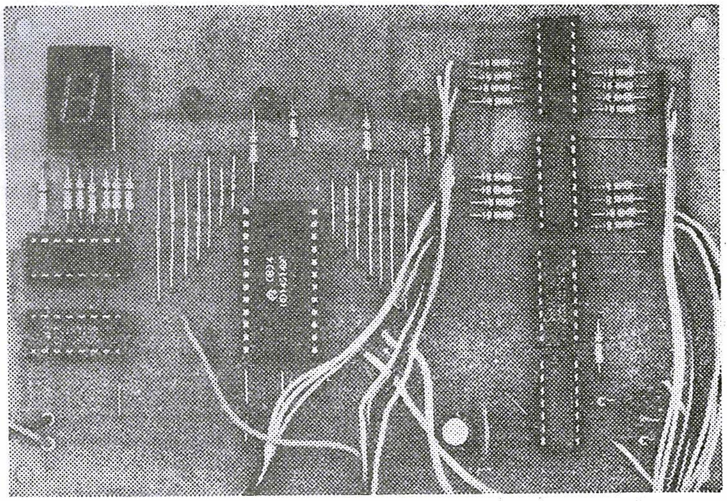
새 건전지를 호울더에 넣는다. 그런 다음, 파워스위치를 ON 하면 카운터의 표시기에 어떤 표시가 나올 것이다. 이번에는 리세트 스위치를 누르면 0을 표시할 것이다. 체크 스위치를 누르면서 리세트 스위치를 누르면 피트 표시가 모두 희미하게 점등한다. 그것은 고속도로 점멸하고 있어서 희미하게 보이는 것이다.

다음에는 체크스위치를 누른채 4개의 다이얼을 적당히 돌리면, 피트 표시가 변화할 것이다.

이것으로 테스트는 이상 없다.

게임하는 법

먼저 파워스위치를 ON한다. 그리고 리세트 스위치를 누르면 체크 카운터가 리세트 되는(제로가 되는) 동시에 새로운 난수가 출제된다. 이 때 피트 표시는 앞의



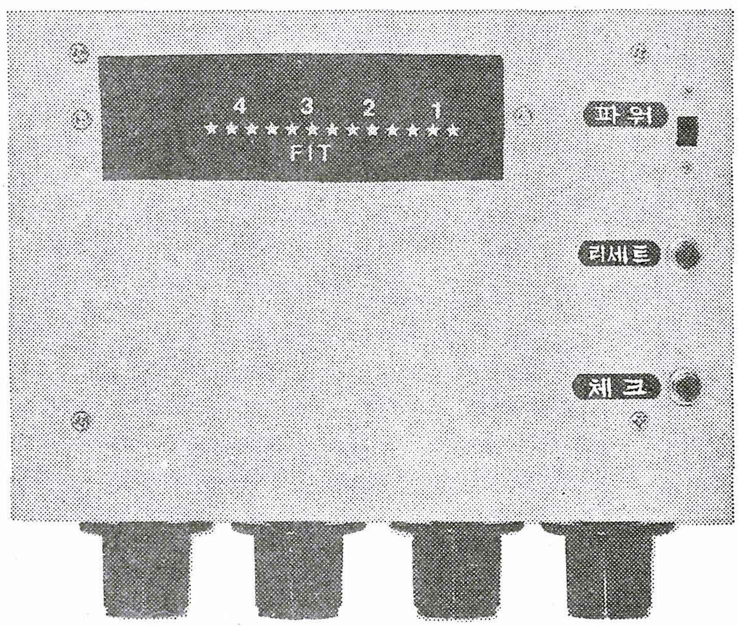
〔프린트 기판 위의 상태〕

게임 결과가 그대로 남아 표시된 채이므로 주의해야 한다.

자신이 이것이다 하고 생각하는 수를 다이얼로 맞추어 체크스위치를 누르면 체크카운터는 0에서 1로 변화하여 4자리 중 몇자리가 맞아 있는지, 피트해 있는지 표시에 나타난다. 4자리 모두 피트되어 있지 않으면 또 다시 도전한다. 다이얼로 새로운 수를 맞추어 체크스위치를 누른다. 체크카운터는 2로 변화하고 피트 표시도 피트수가 불었다 줄었다 하지만, 차례로 이것이다 하는 수를 맞추어 체크 스위치를 누른다.

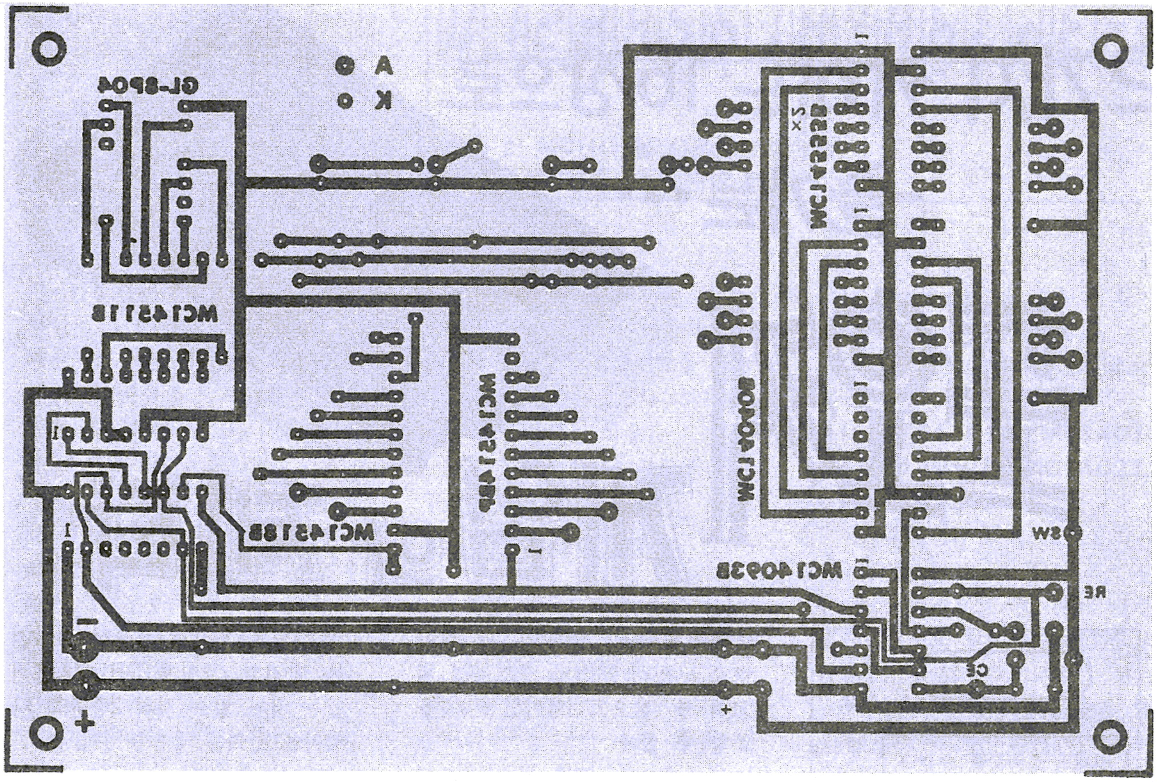
체크는 합계 9회까지 할 수가 있으므로, 9회 체크스위치를 누르는(9회 새로운 수를 입력하는) 사이에 피트 표시를 4로 하지 않으면 안된다. 그러나 매우 어려워 조금은 무리일 것이다.

9회 체크해도 안되거나, 9회 이내에 4개 모두 피트되었으면,



〔세트 윗면의 상태. 숫자가 맞아 있으면 1, 2, 3, 4로 올라간다〕

〔몽타아지 게임의 프린트 기판〕



리세트 스위치를 누르고 새로운 게임으로 한다.

이 게임은 피트 표시의 변화와 다이얼의 수의 관계를 생각하면 상당한 확률로 4개 전부를 피트 시킬 수 있다. 이를테면 이 다이얼의 수를 바꾸면 피트수가 늘어난다든가 줄어든다 하는 식으로.



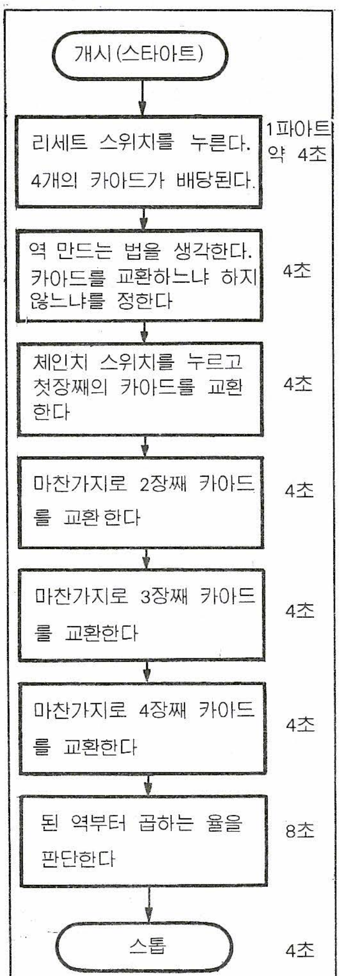
부 품 표

IC **MC14040B**	1
MC14093B	1
MC14511B	1
MC14514B	1
MC14518B	1
MC14555B	2
IC 소켓 14핀용	1
16핀용	5
24핀용	1
다이오우드 **1S1588**	14
표시기(고휘도형) 캐도우드 코머 샤아프	1
발광 다이오우드 빨강 5ϕ	4
케이스	1
감광기판 1.6×150×100mm	1
현상제	1
로우터리 스위치 3회로 4접점	4
슬라이드 스위치 2P	1
푸시버튼 스위치	2
스페이서 15mm(베탈) 나사부	4
전지 호울더 CM×4용	1
건전지 CM(1.5V)	4
콘덴서 47μF 16V	1
0.1μF 50V 세라믹	1
0.1μF 50V 마일러	1
0.01μF 50V 마일러	1
저항 1kΩ (갈색·검정·빨강) 1/4W 5%	11
10kΩ (갈색·검정·주황) 〃	18
100kΩ (갈색·검정·노랑) 〃	1
아크릴판 120×40mm(2mm 두께)	1
손잡이 0~10 문자들이	4
비닐선 1m짜리 5색 세트(가는 것)	1

2가지 카아드 16장으로 즐기는…

포오커 게임의 제작





〔그림 1〕 게임의 흐름

엘렉트로닉스 게임이 꽤 많이 나오고 있어 게임만 즐긴다면 비교적 싼 값으로 재미있는 것을 구할 수 있다.

그러나 그런 것을 사서 오로지 플레이만 즐기는 것만으로는 자칭 강태공, 아니 엘렉트로닉스의 제작광으로서의 여러분의 자존심이 용납하지 않을 것 같아 하아드웨어의 향상, 제작의 즐거움을 맛보기 위해서도 자작 엘렉트로닉스 게임을 제작해 보기를 권하는 바이다.

경제적이며, 자칭 제작광으로서의 자존심도 상하지 않도록 자작의 게임에 도전해 보자.

본론으로 들어가서 이제 엘렉트로닉스 포우커의 제작법을 설명해 보자.

● 게임의 내용

이 게임의 골자는 트럼프의 포우커이다. 포우커는 5장의 카아드로 플레이를 하지만, 이 게임에서는 회로 관계로 4개의 카아드로 플레이하기로 했다.

카아드의 전 매수는 16장×4인 64매이다.

하아트, 다이아, 스페이드, 클로버의 4종류로 크게 나누는 것도 상당히 힘들기 때문에 여기서는 데시멀 포인트(DP)가 붙어 있는 것과 없는 것의 2종류로 나누기로 한다.

또 한 종류의 카아드의 장수는 16장이다.

게임하는 방법으로서는 포우커나 은행 게임과 같은 것을 할 수 있지만, 사용하는 여러분의 연구에 따라서는 여러가지 게임을 생각할 수 있을 것이다.

게임의 기본적인 진행은 〔그림 1〕에서 보는 바와 같다. 개시하는 리세트 스위치를 누른 다음에 스톱까지 약 40초 정도 걸린다.

카아드의 표시는 〔그림 2〕에서 보는 7세그먼트 LED에 의한 16진수이다. 포우커 게임으로 하는 경우 역의 일례를 보인다면 〔표 1〕과 같은 것을 생각할 수가 있다.

● 회로의 구조

〔그림 3〕이 회로 대강의 구성을 나타낸 블록도이다.

4장의 카아드에 상당하는 것이 대형 7세그먼트 LED이다.

LED의 표시를 바꾸는 것이 멀티바이브레이터 발진기이다.

멀티바이브레이터로부터의 펄

스신호를 세어 16진수의 코오드를 만드는 것이 16진 카운터이고, 디코우더는 그 16진 코우드를 7세그먼트 LED 표시신호로 바꾼다.

멀티바이브레이터와 16진 카운터 사이에는 J-K 플립 플롭이 들어 있고, 이 플립 플롭이 펄스를 통과시키거나 멈추거나 한다. 10진 카운터로부터의 「H」신호가 있었던 플립 플롭만이 펄스를 통과시키기 때문에 CHANGE-SW를 눌러 카아드가 교환되는 것은 10진 카운터에서 「H」 신호를 받은 1장의 카아드뿐이다.

카아드의 교환허가신호는 순차 각 플립 플롭에 주어지기 때문에 교환하려는 카아드가 있을 경우에는 「H」신호가 들어가 교환 허가 사인의 LED가 점등한 것만 CHANGE-SW를 누르고 교환을 한다.

게임의 진행을 맡아 있는 것이 10진 카운터와 D형 플립 플롭과 멀티바이브레이터이다.

이 멀티바이브레이터는 약 4초 간격으로 발진하여 게임을 진행시키는 클럭 펄스를 만든다.

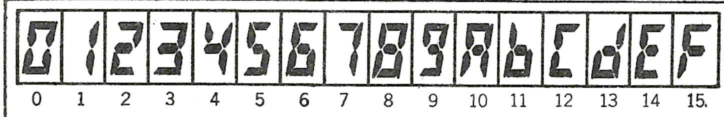
D-FF는 LED1~LED4를 필요할 때만 점등시킨다든가, 곱하는 율을 변경하거나 한다.

10진 카운터는 멀티바이브레이터로부터의 클럭 펄스를 각 파아트의 동작신호로 배당한다.

그 배당을 세밀하게 하고 있는 것이 **1S1588**을 사용한 매트릭스 회로이다.

〔그림 4〕가 전체회로도이다. LED$_1$~LED$_4$의 어어드쪽에 Tr$_6$이 들어 있다.

이것은 IC$_7$의 Q_0, Q_1, Q_6, Q_7의 출력이 M로 되었을 때만 Tr$_6$이 ON하여 LED를 점등시키도록 했기 때문이다. 이것에 의하여 카아드 교환 중에는 어떤 카아드로 교환되었는지 알 수 없게 되어 한층 더 재미있다. 〔그림 4〕에서는 전원선의 일부가 생략되어 있다. 전원 라인만 나타낸 것이 〔그림 5〕이다. 기판 1개마다 입구 부분에 10μF과 33μF의 전해 콘덴서를 넣는다.



〔그림 2〕 MC14495를 사용했을 경우의 7세그먼트 LED 의한 16진수의 표시

IC$_{10}$~IC$_{13}$의 +쪽에 들어 있는 **10D1**는 IC의 동작전압을 5V에 가깝게 하는 것이다(다이오우드의 전압강하를 이용).

회로의 설명은 이 정도로 하고 부품 설명으로 들어간다.

● 부품에 대하여

부품을 모으는데는 호주머니의 사정도 있겠지만, 부품을 하나씩 모으는 재미도 상당히 크다고 할 수 있을 것이다.

머리를 잘 써서 싸고 좋은 것을 구하도록 하자. 통신판매를 이용할 때는 물품이 있는지 없는지와 가격의 변동이 없는지를 조사해서 주문하고, 카탈로그에 기재되지 않은 것이 있을 경우는 전화나 편지로 재고의 유무를 확인하고 주문하는 것이 좋다.

그럼 중요한 부품에 대하여 간단히 설명한다.

● IC…MC14011B, MC14013B, MC14017B, MC14027B, MC14520B

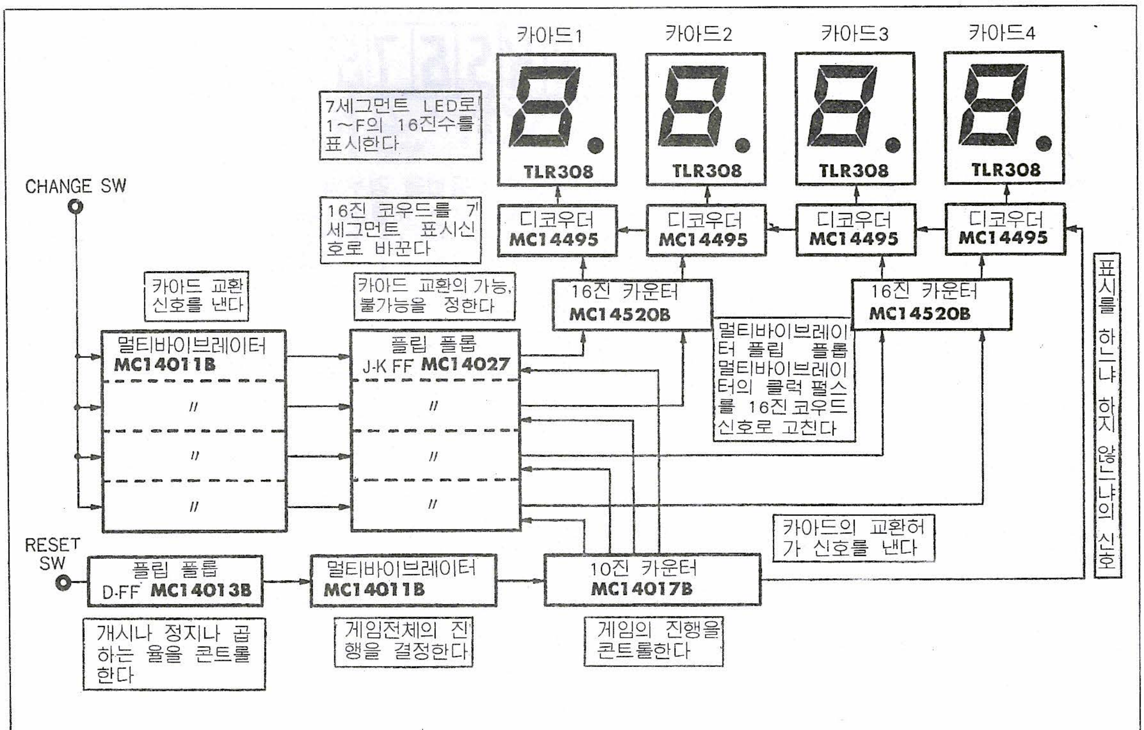
이상의 IC는 원래 모토롤러사의 수입품이지만 같은 규격, 같은 핀 커넥션으로 된 것이 다른 메이커에서도 발매되고 있으므로 이용하면 된다.

MC14495만이 모토롤러 독자의 것이다. 입수하기 어려우면 부품상에 문의해서 스스로 해결해 나가는 것도 좋은 공부다.

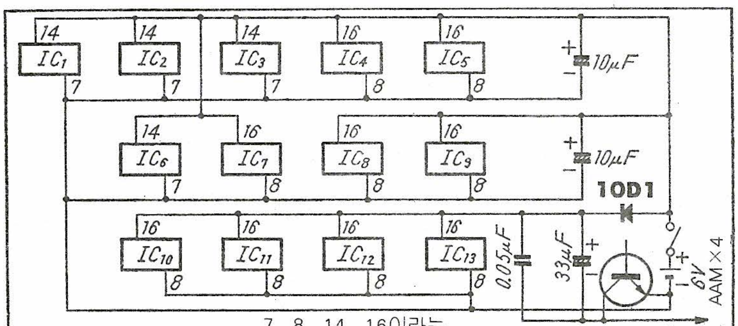
● 트랜지스터…2SC828 일반용

〔표 1〕 엘렉트로닉 포우커 역의 예

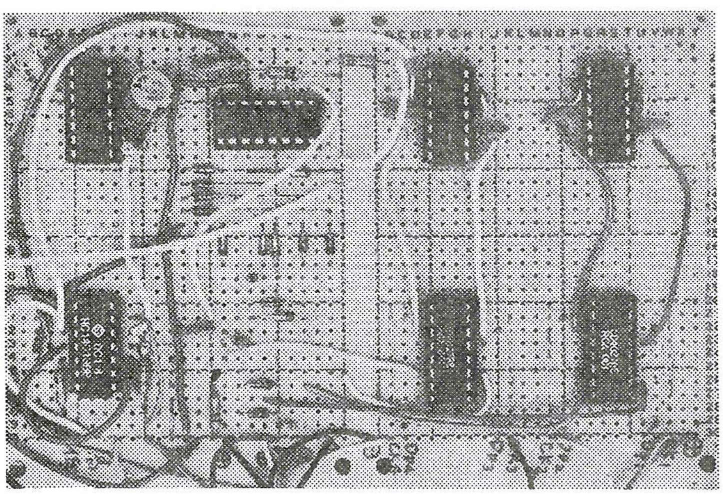
역	표시의 예	곱하는 율	
		교환 없다	교환 있다
원 페어(1P) (같은 카아드 2장, 1조)	2 2 6 7	1배	0배
플래시(FL) (DP가 모두 켜진다)	A.d.F.C.	2	1
투우 페어(2P) (같은 카아드가 2장, 2조)	4 4 9 9	3	2
드리이 카아드(3C) (같은 카아드가 3장)	0 0 0 1	5	3
스트레이트(ST) (일련의 숫자와 문자)	8 9 A.b.	8	5
포어 카아드(4C) (같은 카아드가 4장)	7 7 7 7	10	7
스트레이트 플래시(SF) (일련의 숫자뿐)	1 2 3 4	20	10
로이얼 스트레이트 플래시(RSF) (일련의 문자와 DP)	C.d.E.F.	50	20



〔그림 3〕 블록도



〔그림 5〕 전원 라인



의 NPN형 실리콘 트랜지스터이다(〔그림 6〕(B) 참조)

2SC509는 I_C의 최대정격이 500mA인 NPN형 실리콘 트랜지스터이다.

● **다이오우드…1S1588**은 스위칭용의 다이오우드이다. 일반용의 **1S1555**로 대용할 수 있다.

10D1은 I_O가 1A인 정류용의 다이오우드이다.

● **LED…TLR308**은 캐도우드 코먼형의 대형 7세그먼트 LED이다.

TLR103은 둥근형 빨간색 발광 다이오우드이다.

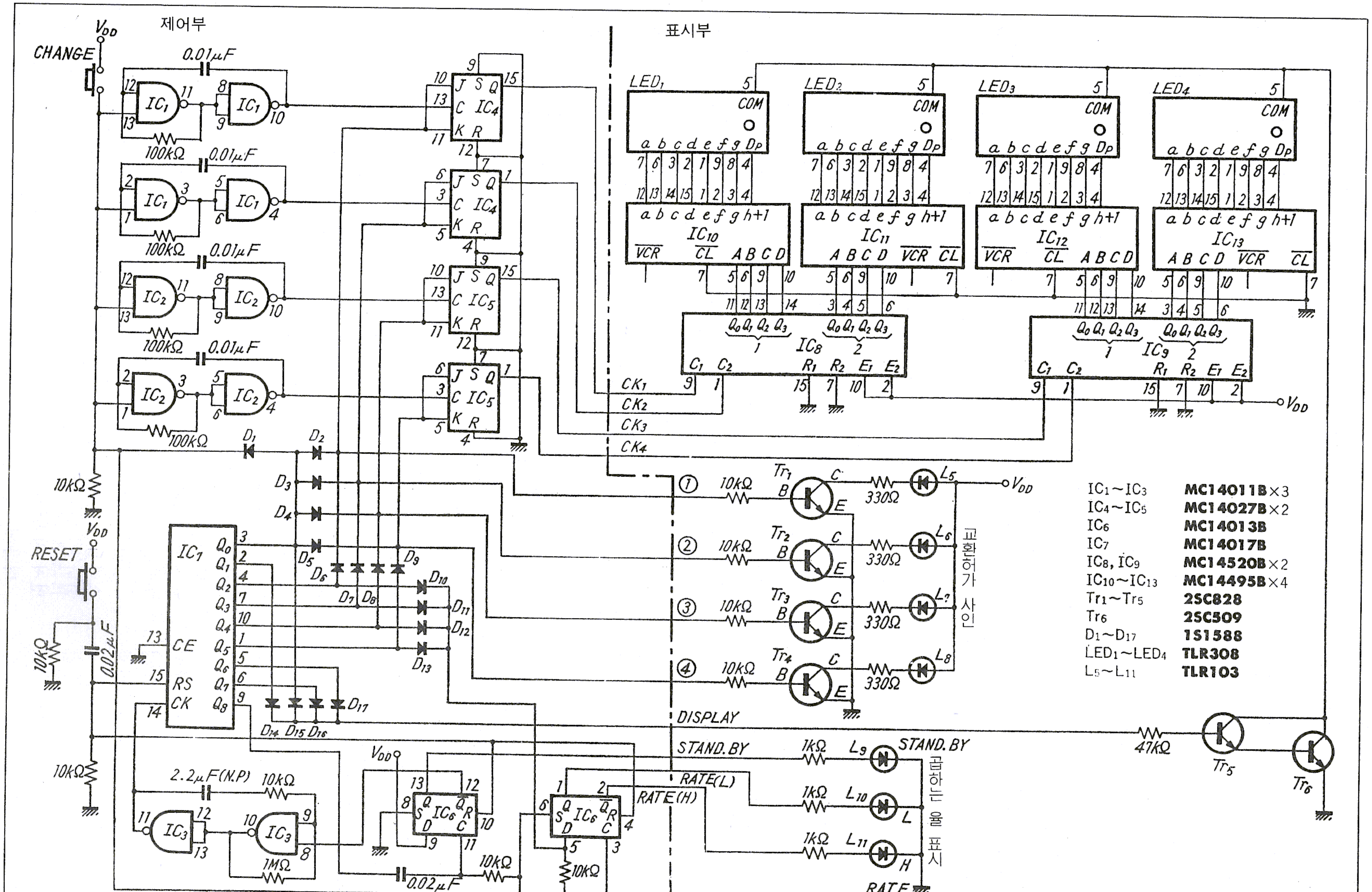
● **전해 콘덴서**…10μF과 33μF이 모두 내압 10V 이상이면 충분할 것이다.

● **무극성 전해 콘덴서**…논 포울러라고도 하는 것이다.

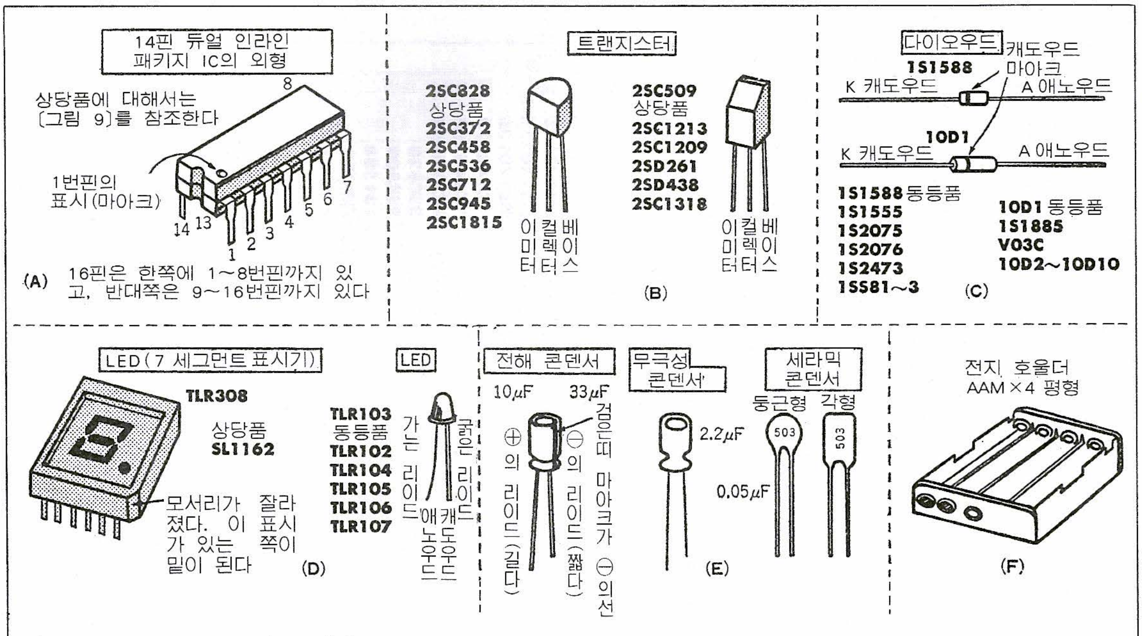
전해 콘덴서와 같은 형으로 되어 있지만 극성 표시가 없다.

● **토글 스위치**…소전력용의 소형 2P 토글 스위치이다.

● **푸시스위치**…눌렀을 때 스위치가 ON이 되고, 놓으면 OFF가 되


제어부
표시부
CHANGE
RESET
DISPLAY
STAND.BY
RATE(L)
RATE(H)
교환허가 사인
STAND.BY
곱하는 율 표시
RATE
IC1~IC3 MC14011B×3
IC4~IC5 MC14027B×2
IC6 MC14013B
IC7 MC14017B
IC8, IC9 MC14520B×2
IC10~IC13 MC14495B×4
Tr1~Tr5 2SC828
Tr6 2SC509
D1~D17 1S1588
LED1~LED4 TLR308
L5~L11 TLR103

〔그림 4〕 전체회로도



〔그림 6〕 각 부품종류의 극성도

는 것이다.

●**전지 호울더**…AAM 전지를 4개 직렬 접속할 수 있는 것이다. 가능하면 납작한 것이 좋다.

●**저항기**…오차 10%, 1/8W의 소형이면 충분하다.

●**기판**…IC용 기판 ICB-93이 2개 이어져 있는 만능기판이다.

●**IC 소켓**…14핀과 16핀의 DIP형 IC용 소켓이다.

그 밖에 아크릴판이나 베이클라이트제 컬러, 10색 플래트 컬러 코오드 등은 절대로 없어서는 안되는 것으로서, 입수하기 어려울 때는 대용품을 사용한다.

● 기판의 조립

회로의 대부분을 2장의 기판에 배선한다.

회로를 크게 2개로 나누어 제어부를 기판 1에, 표시부를 기판 2에 짜넣는다.

IC기판에는 〔**그림 7**〕의 실체배선도에서 보는 것과 같이 구멍의 배열에 대하여 숫자와 알파벳이 붙어 있다.

부품의 고정 위치는 이 숫자와 알파벳으로 정확하게 판단한다.

IC 기판의 숫자나 알파벳이 인쇄되어 있는 쪽을 앞면, 동박의 랜드가 있는 쪽을 뒷면으로 한다.

각 부품의 리이드는 기판의 앞면에서 구멍에 끼워 넣고 뒷면에서 납땜을 한다.

부품간의 결선은 비닐 코오드나 피복 없는 주석도금선이나 부품에서 남은 리이드로 한다.

납땜인두로는 15～30W 정도의 인두 끝이 가는 것을 사용한다.

사용하는 땜납의 굵기는 1.2～1.6mm 정도의 가는 것으로서 송진이 든 것이 좋다.

IC 핀의 피치가 2.5mm로서 상당히 좁기 때문에 납땜을 확실하게 하기 위하여 〔**그림 8**〕에서 보는 바와 같은 작은 루우페를 사용하여 납땜하고, 인두 끝의 산화막을 지우기 위한 걸레를 준비해 두고, 때때로 인두 끝을 닦아 산화막을 지워 버리기 바란다.

IC와 LED의 핀 커넥션은 〔**그림 9**〕에 나타나 있으니 참고하기 바란다.

납땜의 순서는 먼저 LED와 IC 소켓을 기판의 소정 위치에 고정시키고, 핀을 납땜하는 것부터 먼저 시작한다.

다음에 〔**그림 10**〕과 같이 전원의 ⊖쪽 선을 0.5φ의 주석도금선으로 배선한다. IC의 7이나 8핀, 그리고 LED의 캐도우드 코먼에 접속하는 선이다.

그 다음은 전원의 ＋쪽 배선인데, IC소켓의 14핀이나 16핀에 접속하는 선이다.

기판의 전원 도입구 부분에는 반드시 10μF과 33μF의 바이패스 콘덴서를 넣도록 한다.

전원 라인의 배선이 끝난 단계에서 이번에는 트랜지스터, 다이오우드, LED, 저항, 콘덴서 등의 납땜을 한다.

극성이 있는 것에 대해서는 〔**그림 6**〕의 외형도를 참고하여, 극의 방향을 틀리지 않게 한다.

저항은 눕혀서 고정할만한 장소가 있는 곳에서는 눕혀서 고정시키지만 좁은 장소에서는 세워서 고정시키도록 한다.

나중에 비닐 코오드와 주석도금선으로 그것의 단자간을 결선한다.

비닐 코오드의 피복은 5mm 정도만 벗기고 속의 심선을 꼬아서 납땜한다. 기판 1과 기판 2의 결선을 비닐 코오드로 한다.

이 결선에 10색의 플랫 컬러

코오드를 이용하면 깨끗하게 배선할 수 있다.

배선의 미스나 배선 누락을 방지하기 위해서 〔그림 7〕의 실체 배선도에 배선된 부분을 빨간 연필로 칠해 나간다.

〔그림 7〕이 빨간 연필로 칠해지면 배선은 끝난다. 다음은 케이스를 만들어 넣기만 하면 된다.

● 케이스의 가공과 조립

케이스의 크기를 230×135×50 mm로 정한 것은 IC 기판과 전지 호울더를 짜넣기에 알맞는 크기이고, 또 하나는 같은 크기의 알루미늄 섀시가 케이스의 메이커에서 시판하고 있기 때문이다.

시험제작에는 자작답게 하기 위해서 목제의 케이스로 했다. 치수는 알루미늄 섀시에 맞추어 〔그림 11〕과 같은 치수로 했다.

두께 10~12mm의 판을 치수대로 베어 대패로 다듬고 못을 쳐서 조립한다. 바닥은 베니어판 등을 붙이고, 사포로 문질러 와니스나 컬러 래커를 칠하여 완성시킨다.

뚜껑은 위에서 LED의 표시가 보이도록 하기 위해서, 반투명의 아크릴판을 사용한다.

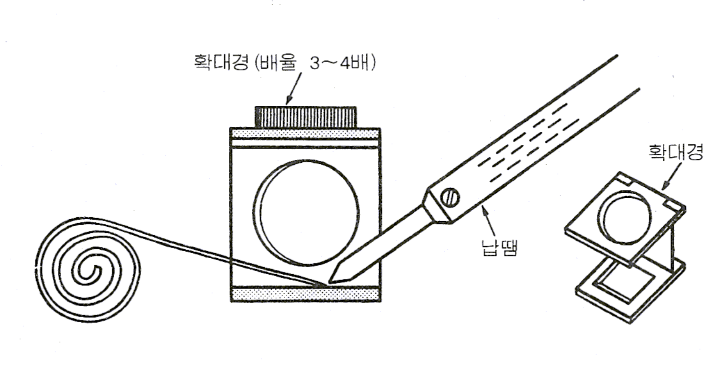
치수를 말하고 거기에 맞추어 베어내든가, 조금 큰 것을 사서 손수 쇠톱으로 잘라도 된다.

전지 이외의 것을 모두 뚜껑에 고정하기 때문에 여러가지 구멍이 나 있다.

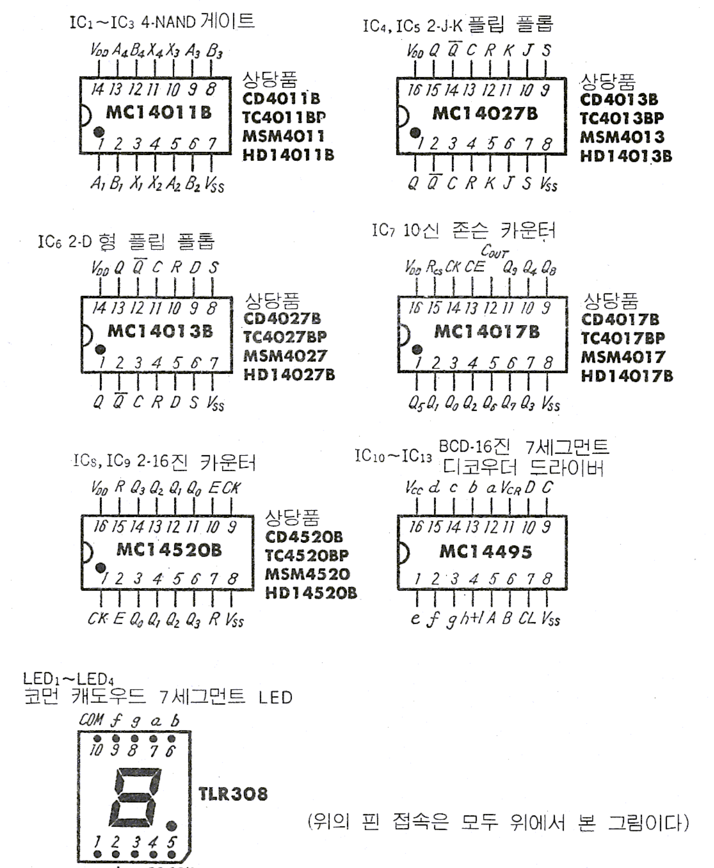
3.2ϕ의 드릴로 구멍을 뚫는다. 큰 구멍은 핸드 리이머를 사용하여 3.2ϕ의 구멍을 확대하여 만든다. 뚜껑에 기판을 고정하기 위해서는 〔그림 12〕에서 보는 것과 같이 길이 40mm의 비스와 컬러가 없을 때는 너트를 사용한다.

컬러가 없을 때는 너트를 많이 사용하여 기판을 고정한다.

스위치류를 아크릴판에 나사로 고정했으면 기판과 스위치, 전지 스냅 사이의 배선을 한다.



〔그림 8〕 IC의 납땜을 확실하게 하기 위해서는 그림과 같은 3배 정도의 확대경으로 납땜 장소를 확대하여 보면서 납땜한다.



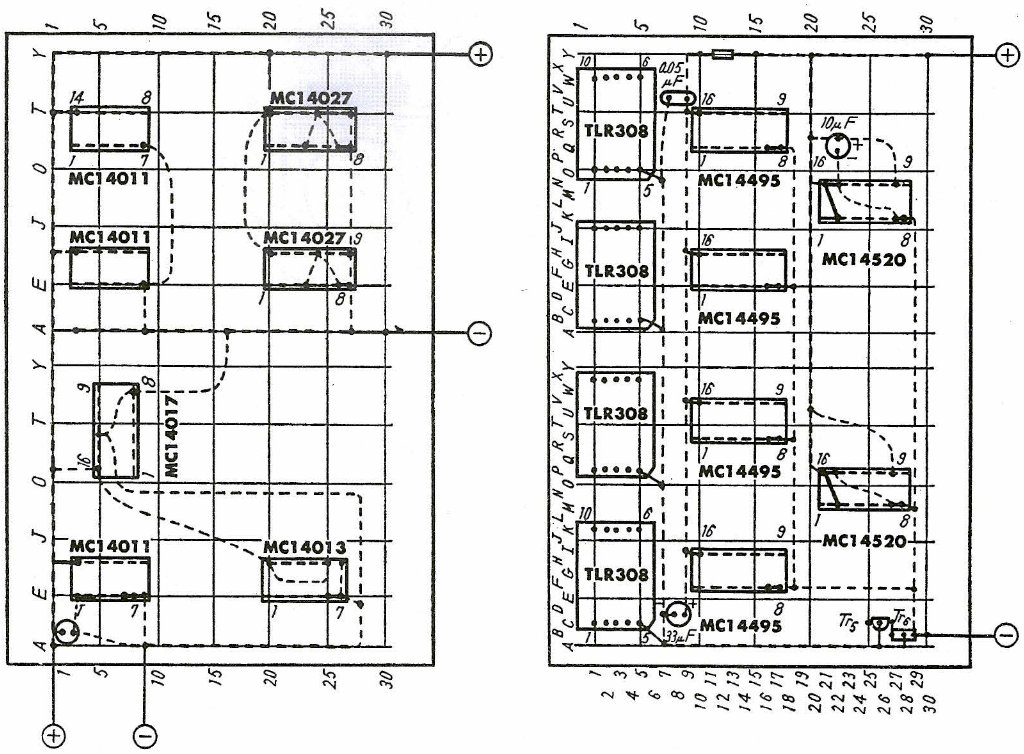
〔그림 9〕 각 IC, LED의 핀 접속도

아크릴판 위에 인스턴트 레터링 등으로 필요한 표시를 인쇄하면 보기 좋게 되고, 또 편리하게도 된다.

또 〔표 1〕의 곱하는 율(RATE)도 아크릴판에 인쇄해 두면 편리하다.

● 끝 으 로

조립이 모두 끝나고 전지를 접속하여 스위치를 넣었지만 동작을 하지 않을 때는 전체회로 중에서 고장이나 잘못된 곳을 발견하지 않으면 안되기 때문에 곤란



(A) 기판1　　(B) 기판2

〔그림 10〕 전원 라인을 배선한다

하다.

그래서 기판 2가 만들어졌을 때 기판 2에만 전지를 접속하여 점검해 두도록 한다. 그렇게 하면 기판 2는 이상이 없기 때문에 만일 동작하지 않을 때는 기판 1의 부분만 점검하면 되게 된다.

또 소켓에 IC를 고정하지 않는 상태에서 전지를 접속하여 스위치를 넣어 본다. 그리고 ⊖ 쪽의 선과 14핀이나 16핀 사이의 전압을 테스터로 측정해 본다.

부 품 표

IC **MC14011B** ············ 3
MC14027B ············ 2
MC14013B ············ 1
MC14017B ············ 1
MC14520B ············ 2
MC14495B ············ 4
LED **TLR308** ················ 4
TLR103 ················ 7
트랜지스터 **2SC828** ······ 5
2SC509 ······ 1
다이오우드 **1S1588** ······ 17
10D1 ············ 1
기판 IC 기판 ···················· 2
IC 소켓 14핀용 ·············· 4
16핀용 ·················· 9
토글스위치 2P ················ 1

푸시스위치 푸시·온 머리 큰 것 ························ 2
전지 AAM ······················ 4
전지 호울더 AAM×4 평형·1
전지 스냅 FC-1용 ············ 1
P형 컬러 저항기
1/8W 330Ω ················ 4
1kΩ ···················· 3
10kΩ ················ 10
47kΩ ················ 1
100kΩ ················ 4
1MΩ ················ 1
세라믹 콘덴서
50V 0.01μF ················ 4
0.02μF ················ 2
0.05μF ················ 1

전해 콘덴서
10V 10μF ···················· 2
33μF ···················· 1
논포울러 콘덴서
50V 2.2μF ················ 1
비스 3φ 길이 40mm ·········· 4
너트 3φ ························ 12
베이클라이트제 컬러
3φ×15mm ······················ 8
10련 컬러 코오드 1φ연선·1m
케이스 230×135×50mm ······ 1
(목제로 만들 경우에는 불필요)
아크릴라이트 230×135mm
(그린 스모우크) ·········· 1
나사못 길이 10mm ············ 6

$IC_1 \sim IC_9$까지는 6V, $IC_{10} \sim {}_{13}$까지에는 5.3V 정도의 전압이 걸려 있으면 된다.

배선의 착오를 확인한 다음 소켓에 IC를 끼워 넣는다.

IC핀의 배열은 〔그림 6〕(A)에서 보는 것과 같으므로, 방향을 절대로 틀리지 않도록 한다.

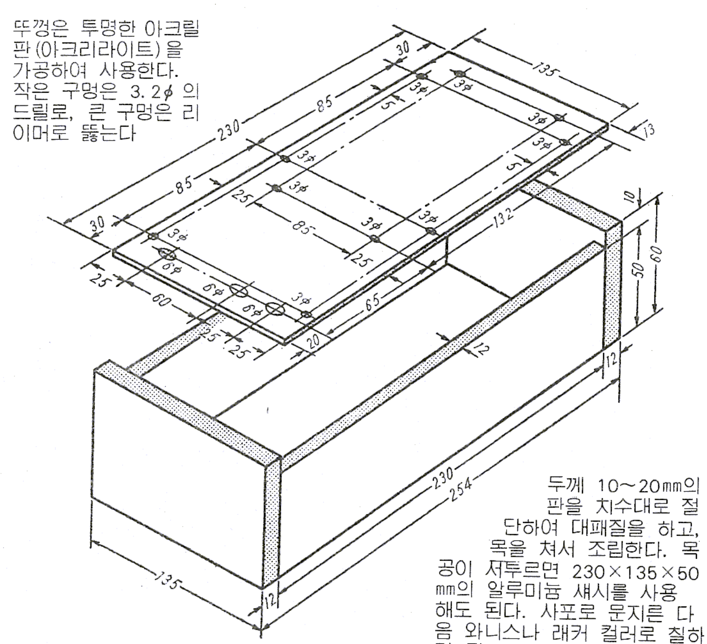
전지를 접속하고 전원 스위치를 넣어 본다. 많이 있는 LED 중에 어느 하나 이상이 점등할 것이다. 이것이 하나도 점등하지 않을 때는 미스가 있을 것으로 생각되므로, 스위치를 끊고 곧 미스를 찾아 고치도록 한다.

다음에 리세트 스위치를 눌러 본다. 카아드의 숫자가 점등하거나 점멸한다. 그리고 자동적으로 〔그림 1〕과 같은 순으로 진행되어 나간다.

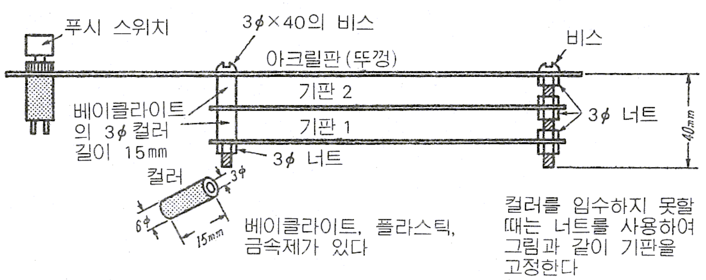
스톱하면 RATE 표시 LED와 STAND-BY LED만 점등한다.

다음 스타아트는 다시 리세트 스위치를 누른다.

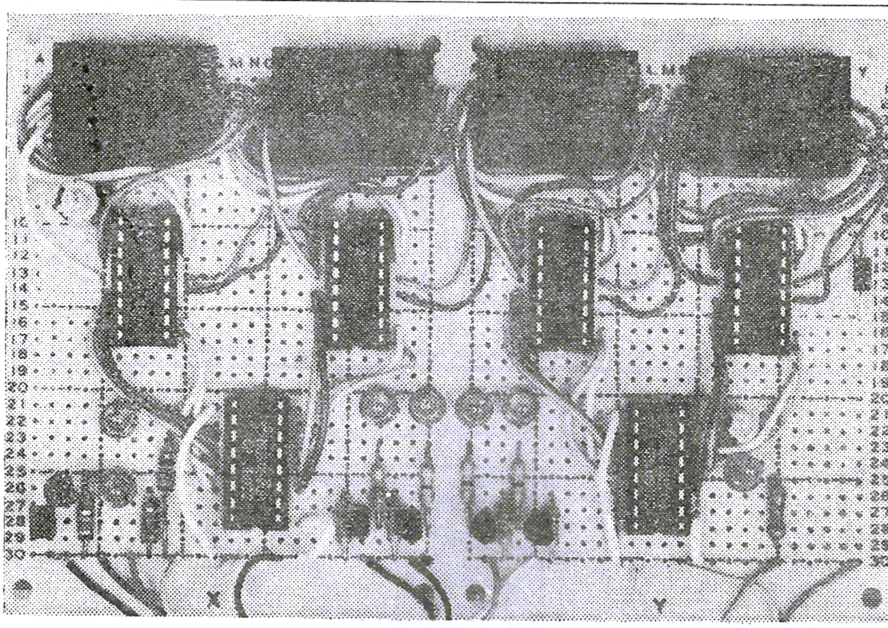
처음에 4장 배당된 카아드에 역이 없는 경우, 교환 허가 표시가 나온 카아드만 CHANGE-SW를 눌러 교환한다. 이 CHANGE-SW를 누르면 곱하는 율(RATE)이 1등급 내려간다. 의욕적인 사람은 꼭 한번 해보기 바란다.



〔그림 11〕 케이스의 치수

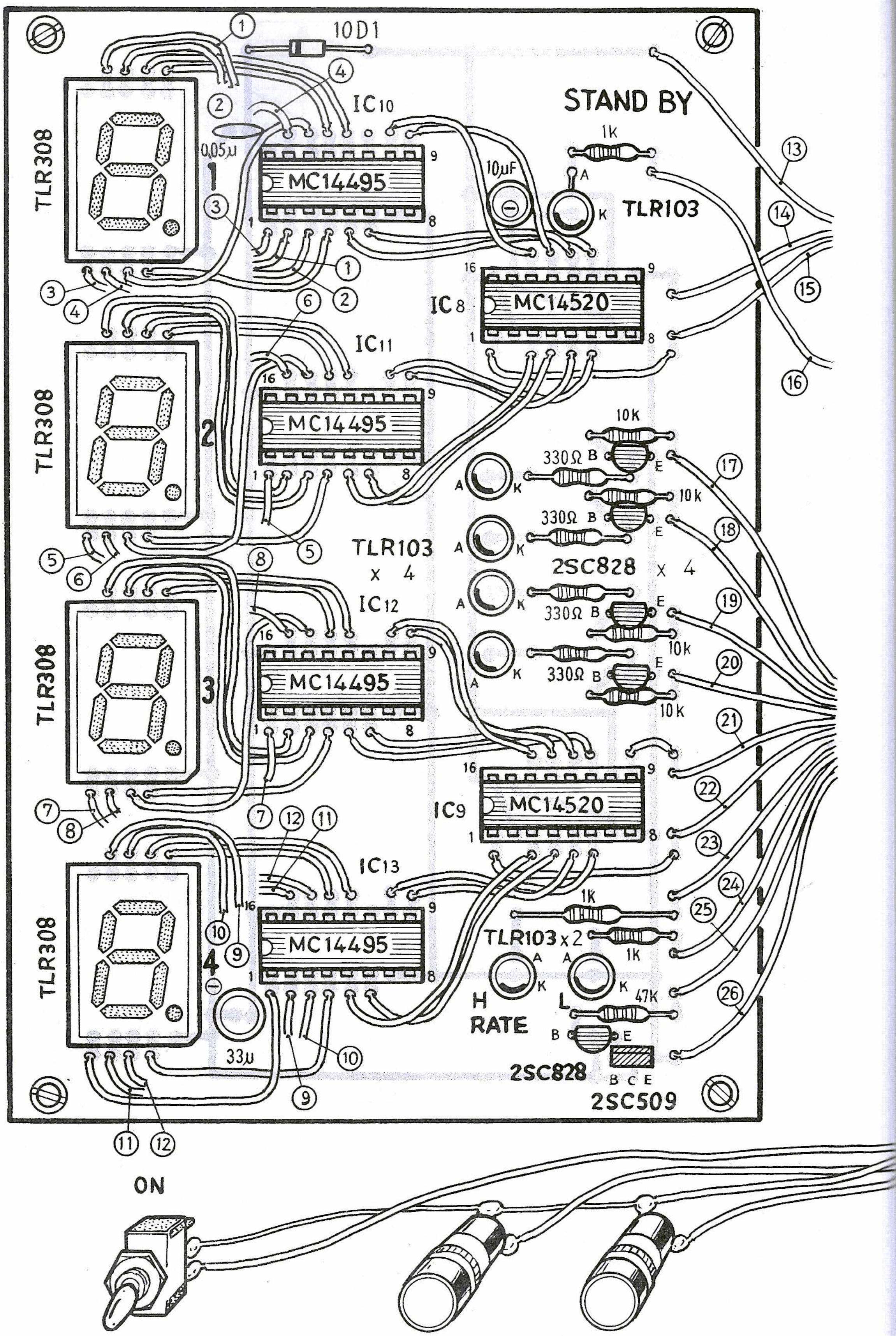


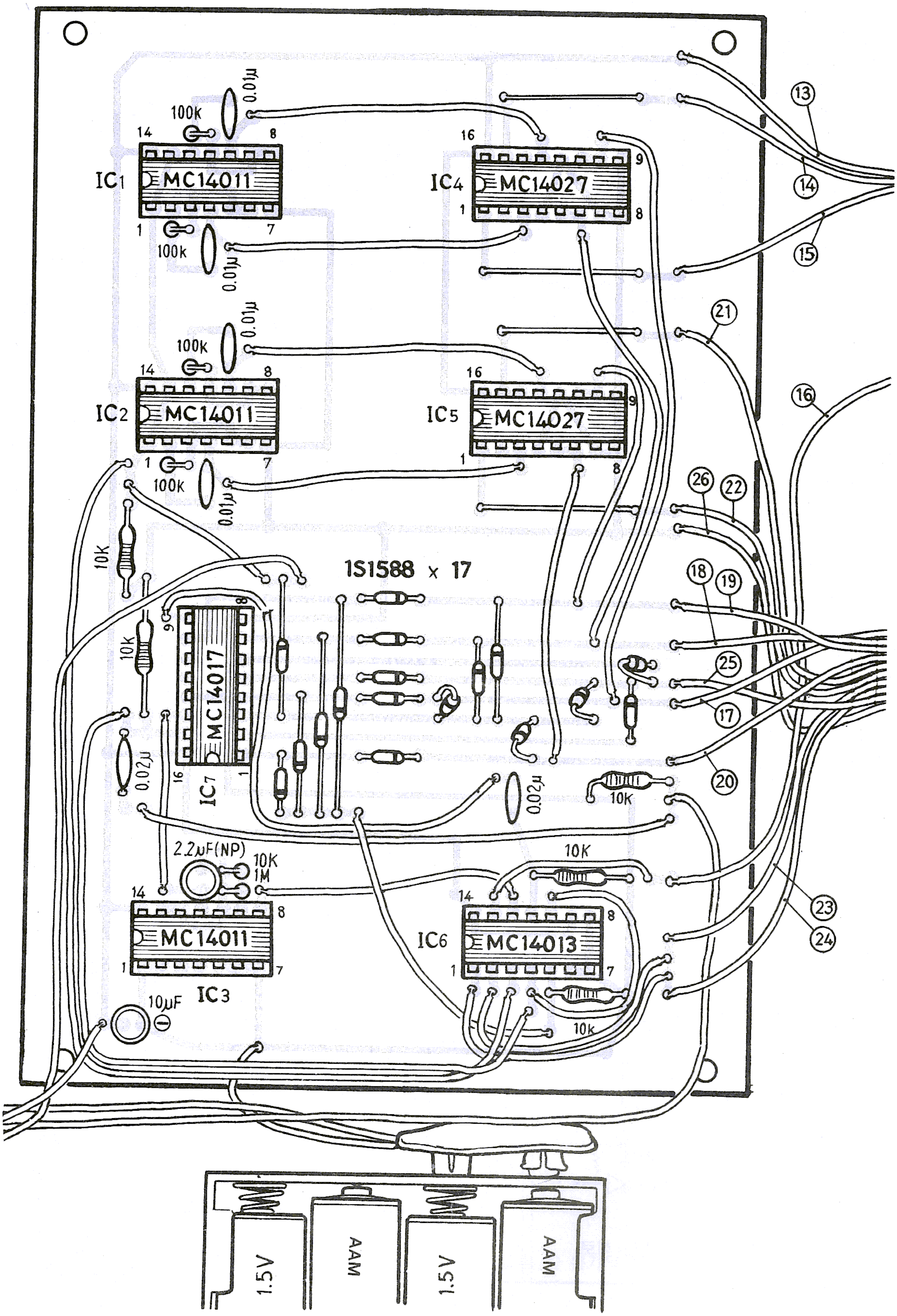
〔그림 12〕 기판의 고정



〔표시부의 기판 상태〕

CARD GAME


10D1
IC10
MC14495
TLR308
0.05μ
STAND BY
1K
10μF
TLR103
IC8
MC14520
IC11
IC12
IC13
IC9
TLR103
x 4
10K
330Ω
2SC828 x 4
1K
TLR103 x 2
47K
H
L
RATE
2SC828
2SC509
33μ
ON
POWER
RESET
CHANGE


IC1
MC14011
IC2
MC14011
IC3
MC14011
IC4
MC14027
IC5
MC14027
IC6
MC14013
IC7
MC14017
1S1588 x 17
100K
100k
0.01μ
0.02μ
10K
1M
2.2μF(NP)
10μF
1.5V
AAM

우주전쟁 게임



여기서는 디지틀 IC를 사용하여 간단한 우주 전쟁 게임을 만들어 보았다.

모두 프린트기판이기 때문에 기판만 만들 수 있으면 누구든지 만들 수 있다.

◈ 게임의 내용

스크리인에 적기가 디스플레이(표시)된다. 그 움직임은 규칙적이어서는 명중률이 높기 때문에 불규칙(랜덤)하게 움직이도록 되어 있다. 아무렇게나 움직이는 것이다. 그리고 적기가 스크리인의 중심에 있을 때, 레이저 광선을 발사하는데, 명중되면 적기는 움직이지 않게 되고, 한참 있다가 폭발하여 없어진다.

레이저 광선의 발사도 적기의 폭발하는 모습도 스크리인에 나타난다. 명중하지 않으면 적기는 지금까지와 같이 계속 움직인다.

◈ 회로에 대하여

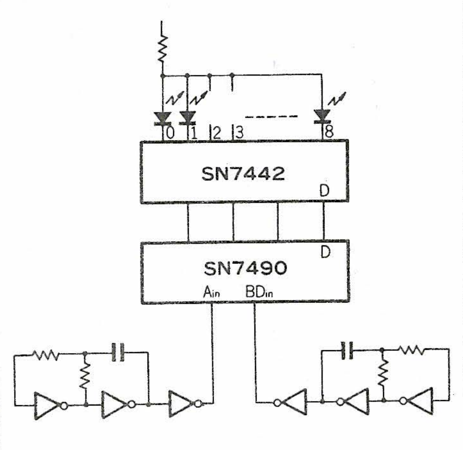
C-MOS IC 1개와 TTL IC 3개, 타이머용 IC인 555가 2개, 도합 6개의 IC로 되어 있다.

그 밖에 적기가 폭발하여 소멸할 때 섬광을 내기 때문에 트랜지스터를 1석 사용했다.

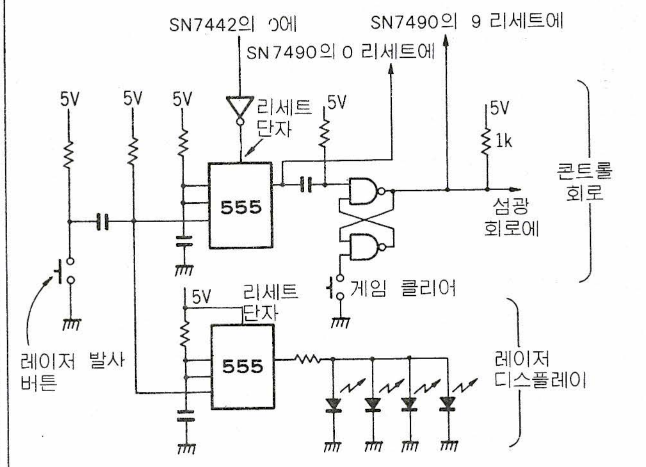
적기를 움직이는 회로는 발진회로 2조와 **SN7490**을 사용한 10진 카운터에 **SN7442**의 디코우더(2진의 디지틀 신호를 10진의 신호로 고친다)로 되어 있다.

발진회로는 속도가 낮기 때문에 C-MOS를 사용했지만, 강력하게 하기 위해서 버퍼라 불리는 IC를 사용했다.

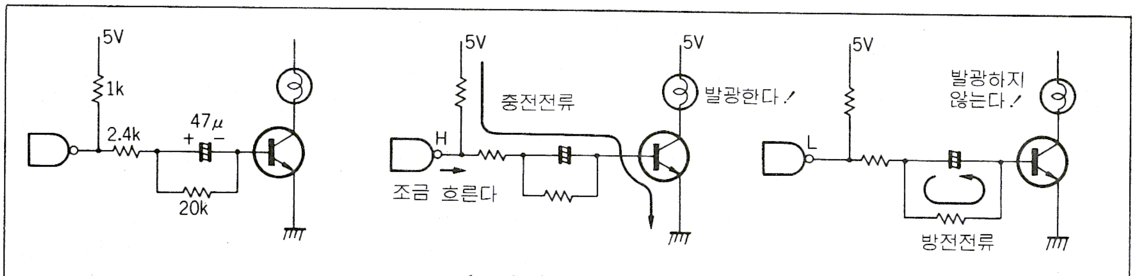
10진 카운터의 A_{in}과 BD_{in}에 각각 다른 클럭



〔그림 1〕 적기를 이동시키는 회로
(랜덤 펄스 발생)



〔그림 2〕 제어회로



〔그림 3〕 섬광회로

신호를 넣었기 때문에 **SN7490**은 차례로 0~9의 카운트를 하지 않게 된다.

또, **SN7490**의 출력과 **SN7442**의 입력을 분산시켜 접속해 놓았기 때문에(D출력과 D입력 외에) 더욱 더 불규칙한 표시를 한다.

이 회로는 전자 주사위 등에 사용하면 재미있을 것이다. 그렇기 때문에 여러분이 잘 아는 전자 루울렛 회로의 동작과 같은 동작을 한다.

다음에는 콘트롤 회로인데 〔그림 2〕와 같다.

레이저 발사 버튼을 누르면 짧은 L의 펄스가 발생한다.

레이저 디스플레이 회로의 555 IC의 리세트 단자는 언제나 H이기 때문에, 발사 버튼을 누를 때마다 약 0.5초의 H의 펄스가 나오기 때문에 그 펄스로 발광 다이오우드(LED)가 점등한다.

만일 그 때, **SN7442**의 0출력이 L(적기가 중심에 있을 때)로 발사버튼을 누르면 콘트롤 회로쪽의 555 IC의 리세트 단자도 H가 되기 때문에, H의 출력 펄스가 나오므로, **SN7490** (카운터)은 0에 리세트된다.

즉, 555 → **SN7490** → **SN7442** → 555로 신호가 지나 정궤환과 같이 된다.

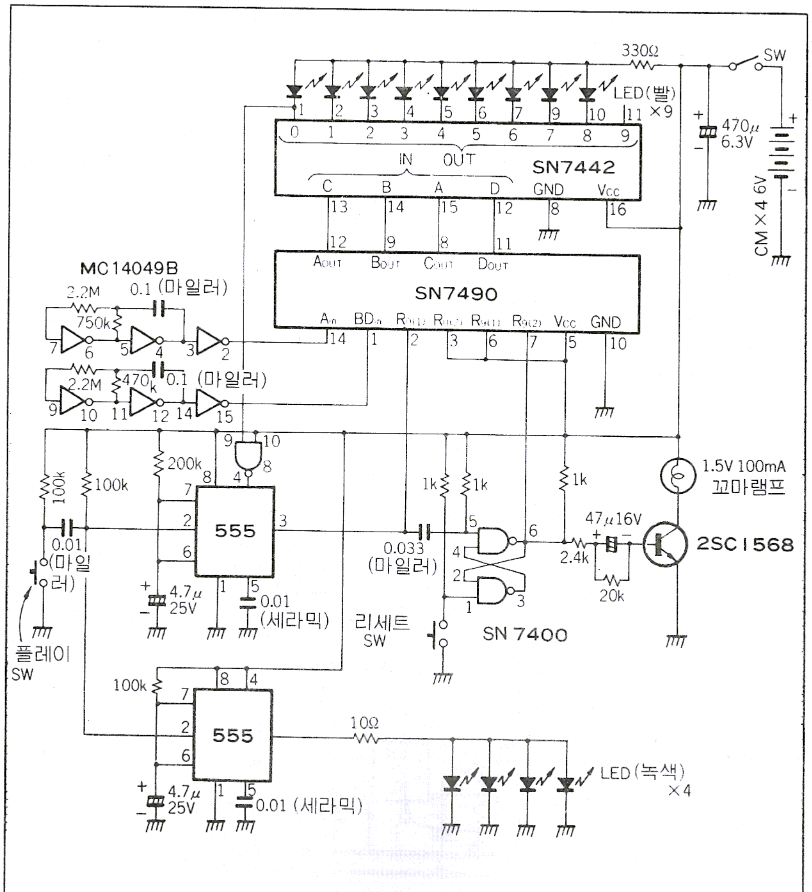
정궤환과 같다고 하여도 발진이 아니라 플립 플롭의 동작이다.

이 상태가 555 IC의 시간상수인 1초 동안 계속된다. 이 때 적기는 중심에 멈춘 그대로이다.

1초가 지나면 정궤환의 회로가 없어지고 555 IC의 출력은 L로 복귀된다.

그 때 짧은 L의 펄스가 플립 플롭에 들어가기 때문에 **SN7490**을 9에 리세트하여 스크리인에서 적기를 없앤다. 그와 동시에 섬광회로에 H의 신호를 보낸다.

섬광회로는 〔그림 3〕과 같은 회로지만, IC의 출력이 H가 되면 1kΩ과 IC의 출력에서 47μF



〔그림 4〕 본기의 전체회로도

의 콘덴서 충전이 끝날 때까지 트랜지스터에 베이스 전류가 흐르기 때문에 전구가 발광한다.

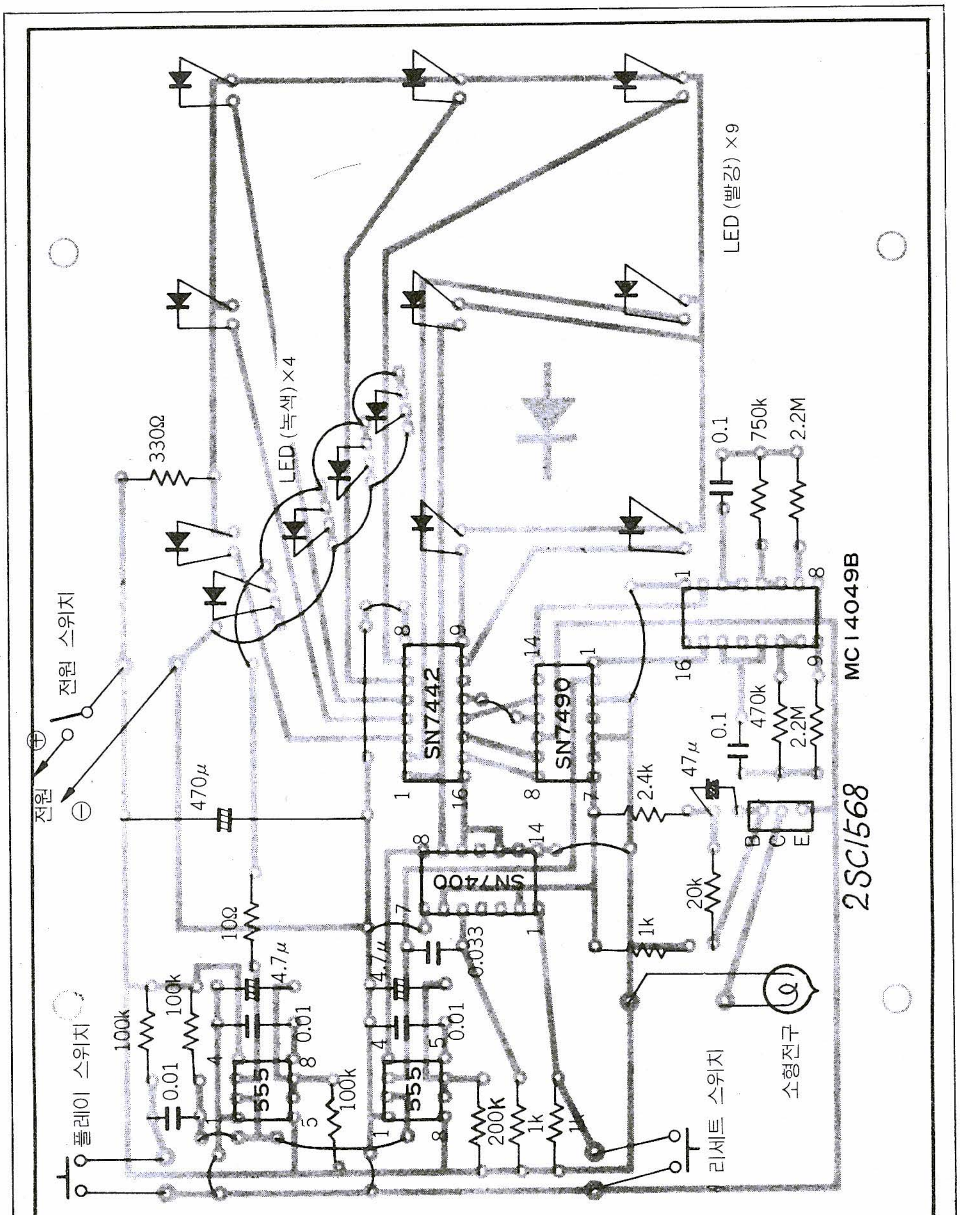
콘덴서의 충전이 되면 베이스 전류도 적어지기 때문에 컬렉터 전류도 적어진다. 그래서 전구도 차차 꺼져 가서, 나중에는 전혀 발광하지 않게 된다. 그러므로 처음에는 밝았다가 차차 어두워진다.

20kΩ은 콘덴서의 방전용이다. 이 저항이 없으면 방전하지 않는다.

또 IC의 출력과 5V 사이에 들어가는 1kΩ은 풀업 저항이라고 하는데, 이 저항의 역할은 트랜지스터의 베이스 전류 전부를 IC에서 취하지 않고, 이 저항을 통하여 전원으로부터도 취하고 될 수 있는대로 IC에 무리를 가하지 않도록 하기 위해서이다.

이 회로를 사용하지 않아도 이 IC는 쉽게 파괴되지는 않지만, 오랫동안 사용하는 사이에 IC를 망그러뜨리게 된다.

이것으로 회로의 동작 설명은 끝난다. 〔그림 4〕가 본기의 전체회로도이다.



〔그림 5〕 실물크기의 프린트 패턴도(뒷면)

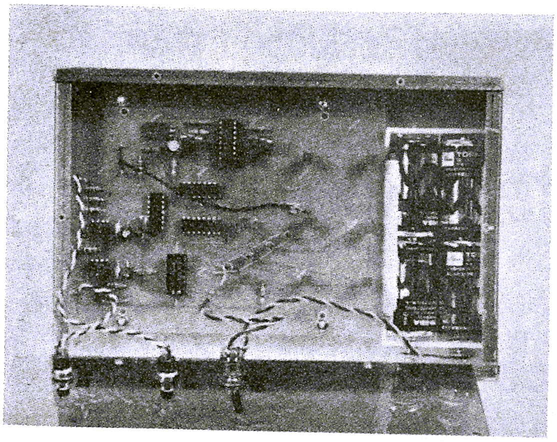
부품에 대해

먼저 IC이다. C-MOS의 **MC14049B**를 구입할 때는 반드시 B 시리이즈라는 것을 잊지 말도록.

A시리이즈와 B 시리이즈를 구별하는 법은, B시리이즈에는 넘버의 뒤에 B가 반드시 붙어 있다.

B 시리이즈를 사용하지 않으면 안 되는 이유는 이 IC의 다음 **SN7490**의 입력 임피이던스가 낮기 때문에 출력을 낼 수 있는 B시리이즈가 적합하다.

다음에는 T



〔사진 1〕 내부배선의 상태

TL IC의 **SN7490**과 **SN7442**, 그리고 **SN7400**인데, 상점에 따라서는 다른 메이커의 제품을 좀 싸게 살 수도 있는 모양이다.

메이커는 어디든 좋으므로 싼 것을 찾아보기 바란다.

555 IC에 **MC1455**를 사용했는데, 이 IC는 555와 같은 것이다.

트랜지스터는 **2SC1568**을 사용했는데, 이 트랜지스터는 NPN형으로서, 1A (컬렉터 전류)·5W(컬렉터 손실)의 용량이 있으면 어떤 것이든지 사용할 수 있다.

저항이나 콘덴서의 값은 20% 정도 틀려도 상관없다. 다만 콘덴서의 종류는 지켜야 한다.

좀 색다른 부품으로서 1.5V 0.1A 짜리 소형전구가 있다. 이것은 구하지 못할 경우, 2.5V급의 전구로 대용해도 된다.

아크릴판도 반투명한 것이지만 못 구할 때는 플라스틱판과 색깔 있는 셀로판을 조합시키면 된다.

IC 소켓은 C-MOS용으로 하나만 사용하는 것이 좋을 것이다.

◈ 제작에 대하여

〔그림 5〕가 프린트 기판의 패턴도이다.

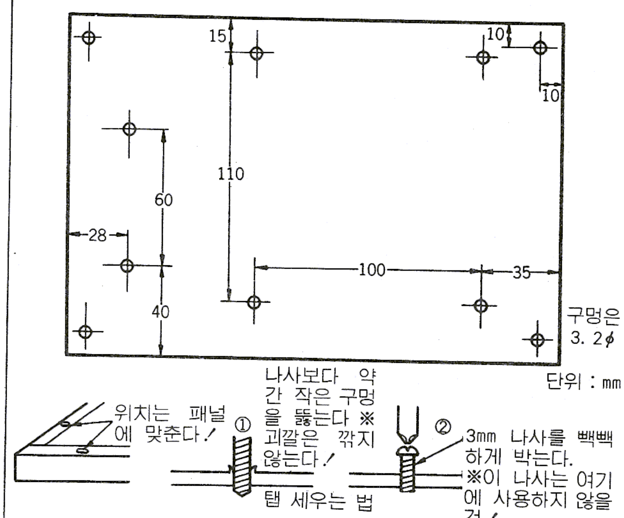
코오드에 의한 배선이 적게 되어 있기 때문에 패턴이 좀 복잡하다.

패턴은 모두 인스턴트 레터링을 사용하는 것이 실수를 적게 한다. 라인 부분도 레트라 라인보다 레터링의 라인이 더 사용하기 좋은 모양이다.

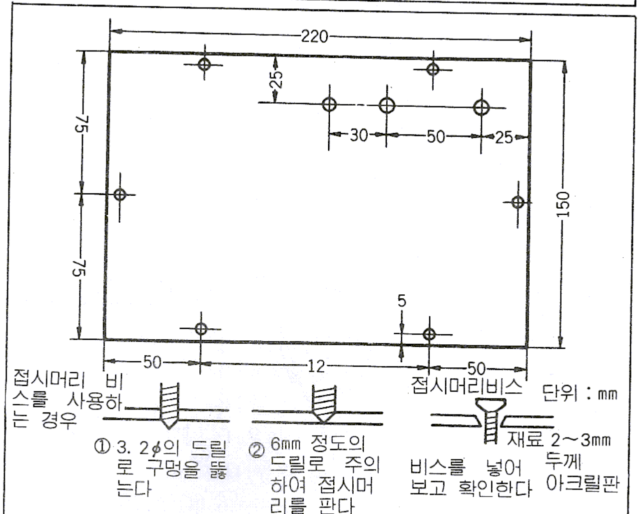
에칭할 때는 패턴의 폭이 좁기 때문에 에칭액을 데워 두고 민첩하게 에칭한다. 기판이 완성되었으면 점퍼선부터 배선을 시작하는 것이 좋을 것이다.

다음에는 IC나 IC 소켓의 배선을 한다. 프린트 기판이므로 부품을 정확하게 꽂으면 트러블은 없다.

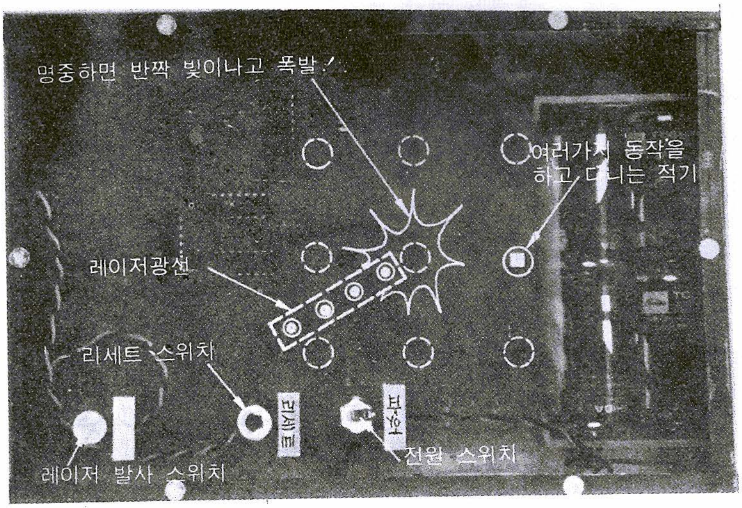
〔그림 6〕이 케이스의 가공도이고, 〔그림 7〕이 패널의 가공도이다. 패널 고정 부분의 탭은 〔그림 6〕과 같이 하면 잘 된다. 패널의 가공이 끝나

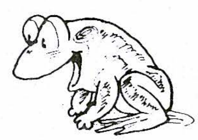


〔그림 6〕 케이스의 가공도



〔그림 7〕 패널의 가공도





〔사진 2〕 본기의 게임 하는 방법

면 섀시에 맞추어 구멍을 가공한다. 조금 잘못 하면 맞지 않으므로 확실히 한다.

또 아크릴판은 무리한 힘을 가하면 깨어져 버리므로 조금씩 가공한다.

아크릴판을 자를 때의 요령은, 자 뒤쪽에 비닐 테이프 등을 붙여 미끄러지지 않게 하면 자가 미끄러져서 가공선이 비뚫어지는 일이 없다.

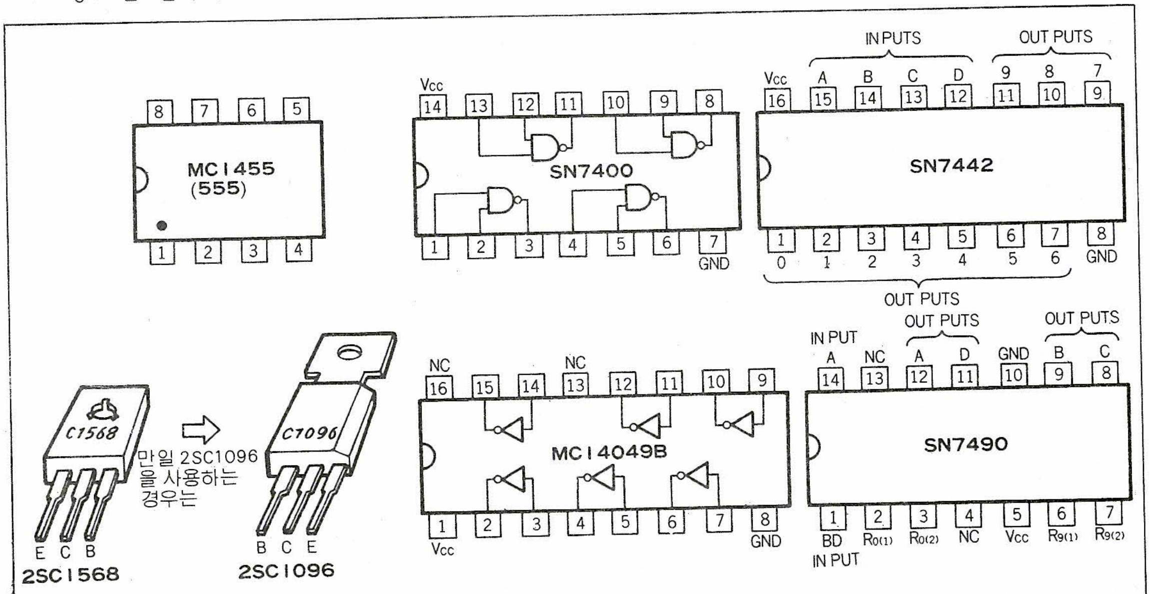
그리고 먼저 아크릴에 붙어 있는 종이만 자르고 나중에 아크릴을 자르면 가공하기 쉽다. 커터칼로 베이클라이트판(프린트기판) 등을 자를 경우에도 이 방법으로 하면 착오가 없다.

또 중요한 일이지만, 아크릴판을 가공할 때, 가까이에 C-MOS IC를 놓아 두지 않도록 한다. 특히 보호용의 종이를 벗길 때는 주의하지 않으면 정전기로 불꽃이 튀는 경우가 있는데, 이 정전기는 C-MOS IC를 파괴시켜 버린다.

◈ 게임하는 법

먼저 전원 스위치를 넣는다. 그리고 리세트 스위치를 누르면 게임이 시작된다(〔사진 2〕).

적기가 함부로 도망치기 때문에 스크리인의 중심일(중심의 LED가 점등했을) 때 플레이 스위치를 누르면 레이저가 발사된 느낌으로 녹색의 LED가 적기를 향하여 발광한다.



〔그림 9〕 본기에 사용된 반도체의 핀 접속

만일 명중하면 적기는 움직임을 멈추고, 약 1초 후에 빨간 섬광을 번쩍 내면서 폭발하여 소멸되고 스크리인에서 사라진다.

리세트스위치를 누르면 게임이 다시 시작된다.

이 게임의 적기 이동 속도는 발진회로의 470kΩ과 750kΩ으로 결정하고 있기 때문에, 이 2개의 저항을 바꾸면 이동 속도가 변한다. 그러나 너무 빨리하면 눈이 따라갈 수 없게 되고, 적기는 1대가 아니라 여러 대로도 보인다.

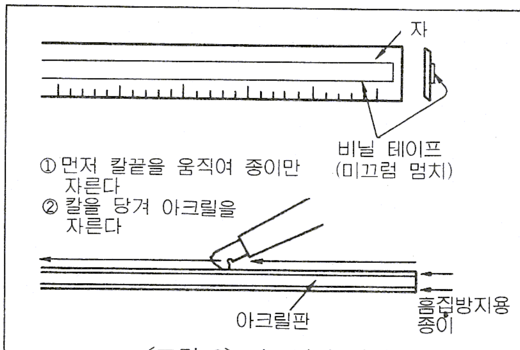
또 느리게 하면 명중시키기 쉽게 된다.

이상으로 조정이 끝났다. 곧 게임을 시작해 보기로 하자.

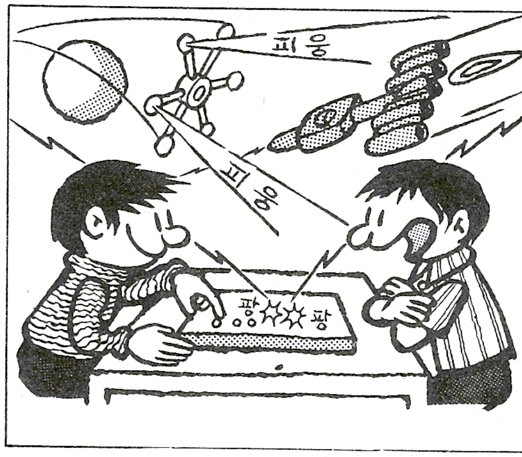
일정한 시간을 정해 놓고, 그 시간 내에 몇대를 쏘아 떨어뜨릴 수 있는지 경쟁해 보자.

손에 땀을 쥐게 하는 **우주전쟁 게임**은 여러분을 만족시킬 것이다.

IC를 자유로이 구사하는 기술과 좋은 아이디어만 있으면 간단한 회로로 멋진 세트를 만들 수 있다. 그럼 여러분도 분발하여 여러가지 실험에 도전해 보기 바란다.



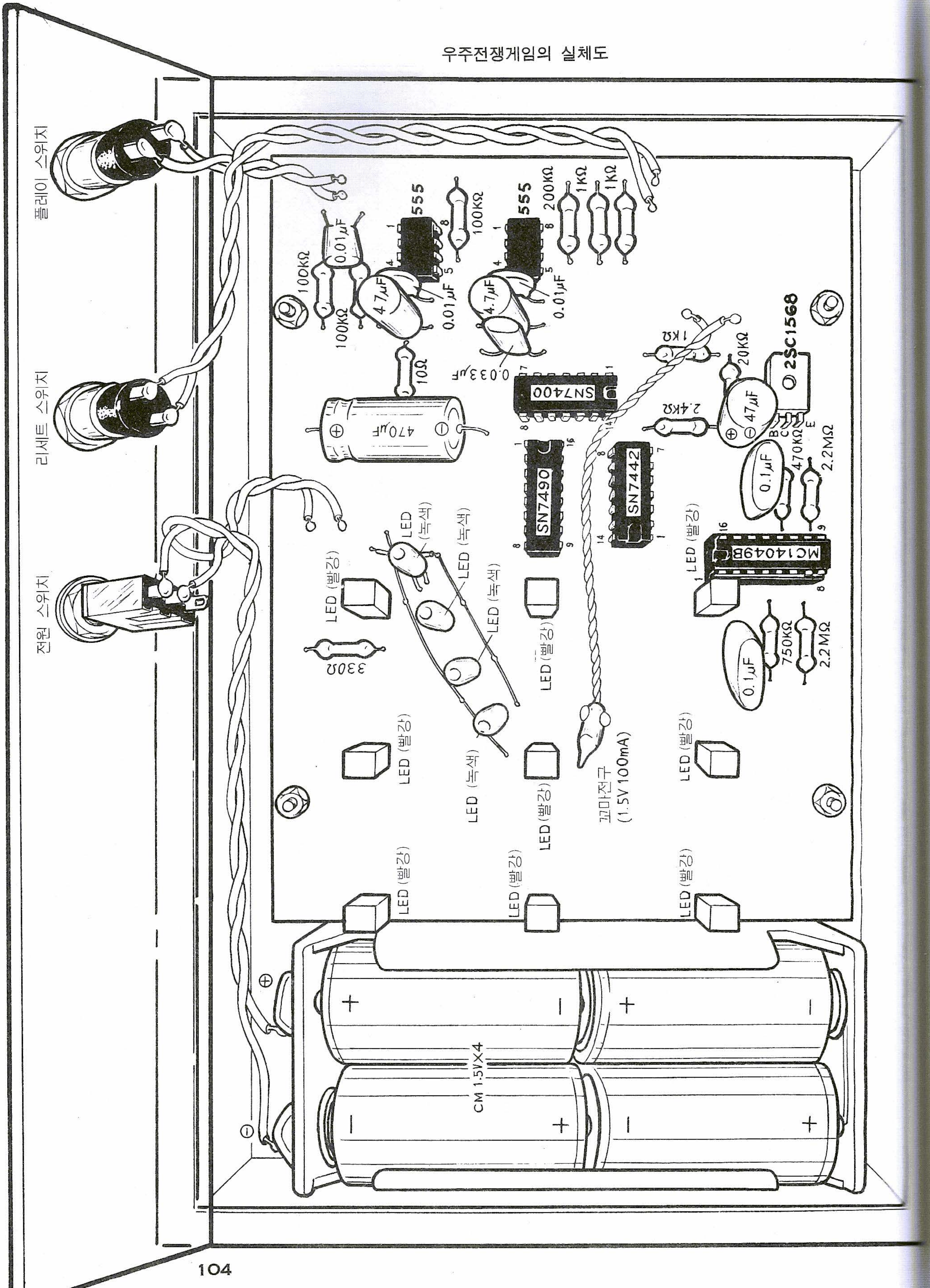
〔그림 8〕 아크릴판 절단법



부 품 표

부품	수량
IC MC14049B	1
SN7400	1
SN7442	1
SN7490	1
MC1455P	2
트랜지스터 2SC1568	1
발광 다이오우드 빨강 5φ	9
녹색 3φ	4
IC소켓 16핀용	1
케이스(섀시) 220×160×40mm	1
아크릴판 2mm 두께	1
전지 호울더 CM×4개용	1
토글스위치 소형 3P	1
푸시스위치 소형 빨강	1
〃 〃 검정	1
프린트기판 150×200mm 베이클라이트	1
고무다리 소형	4
스페이서 15mm 나사 있는 것	4
소형 전구 1.5V 0.1A	1

부품	수량
콘덴서 470μF 6.3V 튜우블러	1
47μF 16V L형	1
4.7μF 25V L형	2
0.1μF 50V 마일러	2
0.033μF 50V 마일러	1
0.01μF 50V 마일러	1
0.01μF 50V 세라믹	2
저항 10Ω (갈색·검정·검정) 1/4W	1
330Ω (주황·주황·갈색) 〃	1
1kΩ (갈색·검정·빨강) 〃	3
2.4kΩ(빨강·노랑·빨강) 〃	1
20kΩ (빨강·검정·주황) 〃	1
100kΩ(갈색·검정·노랑) 〃	3
200kΩ(빨강·검정·노랑) 〃	1
470kΩ(노랑·보라·노랑) 〃	1
750kΩ(보라·녹색·노랑) 〃	1
2.2MΩ(빨강·빨강·녹색) 〃	2
테스트 핀	8


플레이 스위치
리세트 스위치
전원 스위치
555
555
100KΩ
0.01μF
100KΩ
100KΩ
4.7μF
0.01μF
0.01μF
4.7μF
0.033μF
200KΩ
1KΩ
1KΩ
10Ω
470μF
SN7400
1KΩ
20KΩ
2SC1568
2.4KΩ
47μF
SN7490
SN7442
0.1μF
470KΩ
2.2MΩ
MC14049B
750KΩ
2.2MΩ
0.1μF
330Ω
LED (녹색)
LED (빨강)
꼬마전구 (1.5V 100mA)
CM 1.5V×4

여러분의 두뇌에 도전하자!!

디지틀 게임머시인 갈릴레오



디지틀 IC를 사용한 게임머시인을 소개한다. 본기는 1대로 3가지 게임을 할 수 있는 좋은 게임머시인이다. 게임의 내용도 게임하는 사람의 두뇌에 도전하는 것이므로, 라모독자 여러분에게 적당한 게임이다.

그럼 곧 내용을 이야기한다.

□ 회로에 대하여

본기는 2인용의 빨리 누르기 게임을 설계할 때 착상했던 것이다.

〔그림 1〕이 그 빨리 누르기 게임인데, 여러분이 지금까지 제작기사에서 보아 온 회로들보다 훨씬 간단하고 부품수도 적게 든다.

이 회로는 먼저 클리어 스위치를 누르면 2개의 플립 플롭(FF라고 줄여 쓴다)은 $\overline{Q}$쪽이 H이고, Q쪽이 L가 되기 때문에 2개가 다 LED는 점등하지 않는다.

그러므로 D입력은 $\overline{Q}$의 출력에 접속되어 있어 양쪽 모두 H가 되어 있다. 그래서 어느 한쪽의 빨리 누르기용 스위치를 누르면 클럭 입력이 H가 되기 때문에, 그쪽의 FF는 출력이 반전하여 Q가 H로, $\overline{Q}$가 L로 되어, LED가 점등한다.

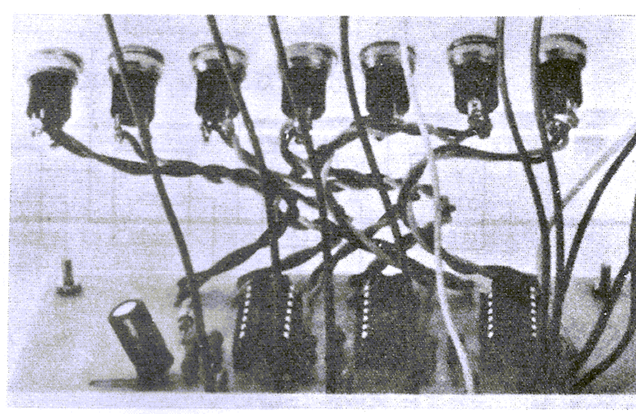
다음에 다른 FF의 빨리 누르기 스위치를 눌러 클럭 입력을 H로 해도 이 FF의 D입력은 L로 되어 있기 때문에 Q는 L, $\overline{Q}$는 H에서 변화하지 않는다.

즉 D, FF는 D입력의 상태가 H의 클럭에 의하여 출력이 나온다. 여기서 사용한 것은 D, FF는 7474라는 IC이다. 이 중에는 같은 회로가 2조 들어 있다.

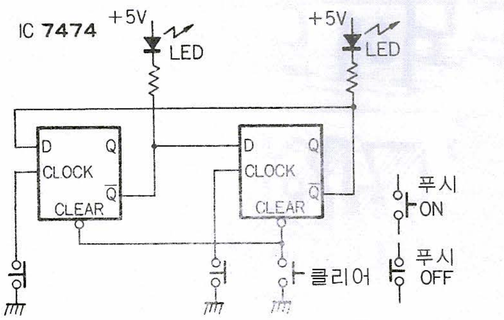
빨리 누르기 게임에 대하여 긴 설명을 한 셈인데, 이것이 이 게임의 중심이므로 이해하기 바란다.

그런데 이 빨리 누르기 게임을 〔그림 2〕와 같이 접속하면 어떨까.

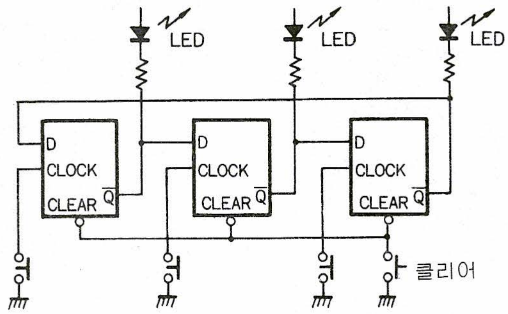
스위치를 누를 때 ① ② ③과 같이 눌러 나가면 3개까지는 점등한다. 그러나 만일 ① ③ 이라든가 ② ④와 같이 누른다면 어떨까. 그 뒤는 어떤 식으로 눌러도 처음에 누른 2개의 LED는 점등하지만 다른 것은 안된다.



〔사진 1〕 본기의 내부 · 프린트기판의 상태



〔그림 1〕 빨리 누르기 게임의 회로도



〔그림 4〕 어레인지의 회로

이 게임은 빠져 나갈 수 없는 게임이라는 뜻에서 「데들록」이라고 이름붙였다.

다음에 이 배선을 〔그림 3〕과 같이 해 보자.

이 때는 스위치를 ① ② ③ ④와 같이 차례로 눌러 나가면 모든 LED가 점등한다.

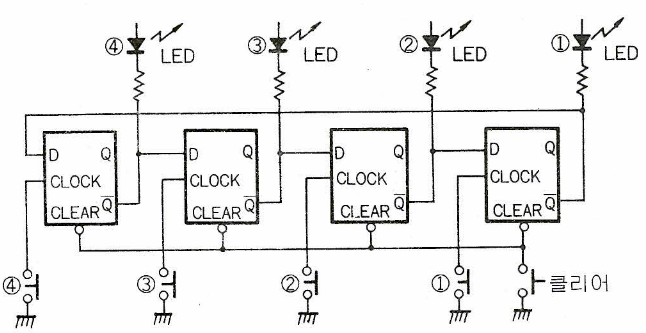
그러나 한번이라도 누르는 순서를 틀리면 절대로 LED 전부를 점등시킬 기회는 없다.

즉, 전자의 열쇠와 같은 역할이다. 그렇기 때문에 본기는 「전자열쇠」라고 이름붙였다.

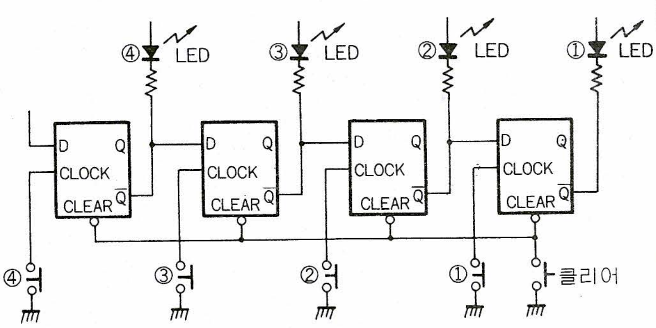
끝으로 맨 처음의 데들록의 회로에서 FF를 하나 없애면 어떨까.

데들록은 변화한 FF와 변화하지 않은 FF가 짝이 되어 데들록의 상태가 된 것이다. 이번에는 FF의 여분 하나가 있기 때문에 데들록의 상태가 없어진다.

그러므로 스위치를 누르면 차례로 LED의 점등을 이동시킬 수 있다.



〔그림 2〕 데들록 게임기의 회로도



〔그림 3〕 전자 열쇠 게임의 회로도

지금까지는 3조와 4조의 FF로 설명했지만, 본기에서는 여러분이 좀 더 재미 있는 게임을 할 수 있도록 5조와 6조의 조합회로로 꾸며 놓았다.

더 많게 하면 휠씬 더 재미있겠지만, 우선 처음에 간단한 회로에 도전해 보기 바란다.

FF가 증가해도 동작은 마찬가지다.

〔그림 5〕가 본기의 회로도인데, 스위치는 구하기 쉬운 푸시온(누르면 ON)식 스위치로 하기 위해서, 클럭 입력은 보통 저항으로 L가 되어 있다. 스위치를 누르면 5V에 직접 접속되어 H가 되게 해 놓았다.

이 저항을 풀 다운 저항이라 한다.

또 전원의 스위치가 들어가자마자 모든 LED가 점등하여 게임이 완성되므로, 이상한 일이 일어나지 않도록 전원이 들어가는 순간에 모든 회로가 클리어가 되는 파워 온 클리어 회로를 붙였다.

□ 부품에 대하여

경제적으로 만들고 싶으면 파워온 클

리어 회로 등은 없어도 될 것이다.

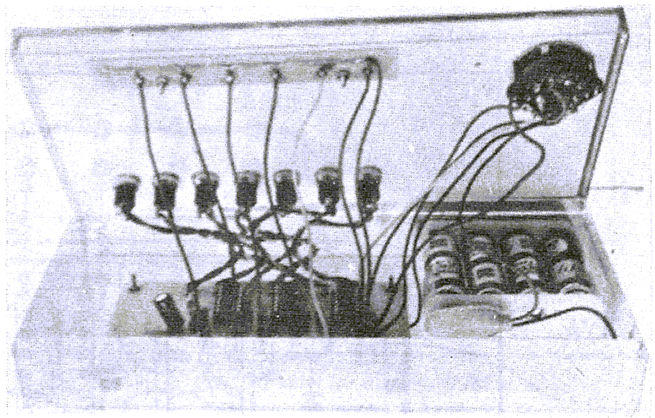
IC에 **74LS74**를 사용했는데, 이것은 소비전류를 적게 하기 위해서이다. 보통의 **7474**를 사용하는 사람은 풀다운 저항의 750Ω을 500Ω 정도로 하면 된다. 소켓이 든 IC는 좀 비싼 것 같다. 없어도 관계 없지만 있으면 편리하다.

또 전체의 저항과 콘덴서의 값도 20% 정도는 틀려도 되지만, 이왕이면 같은 값으로 한다. 가지고 있던 것을 충분히 활용하자.

로우터리스위치는 3회로 4접점이다.

노란색의 LED는 매우 비싸므로 다른 색이라도 가지고 있는 것이 있으면 패널에 어떤 마아크라도 붙여 이용하기 바란다.

케이스의 품위에 따라 완성된 세트가 멋있게 보일 수도 있고 초라해 보일 수도 있다. 케이스는 자기의 마음에 맞는 것으로 하기 바란다.



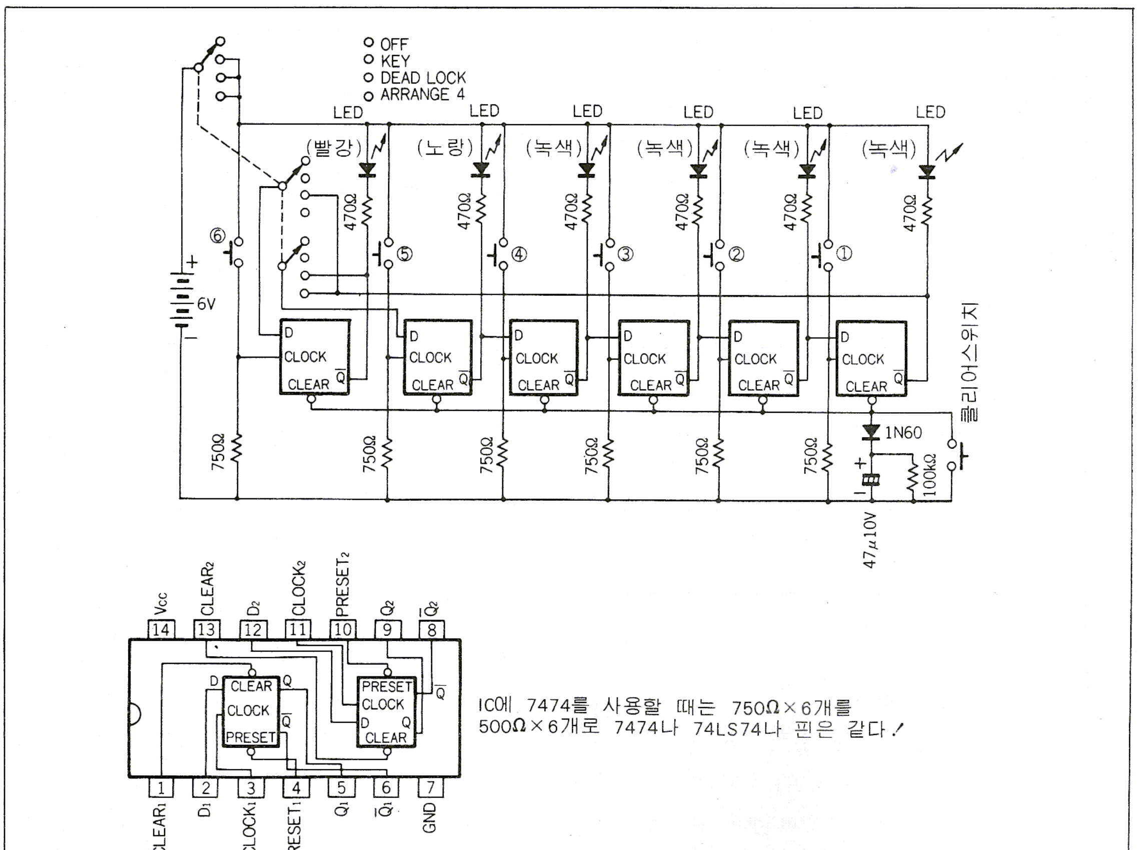
〔사진 2〕 **LED와 스위치 주변의 배선**

□ 제　　작

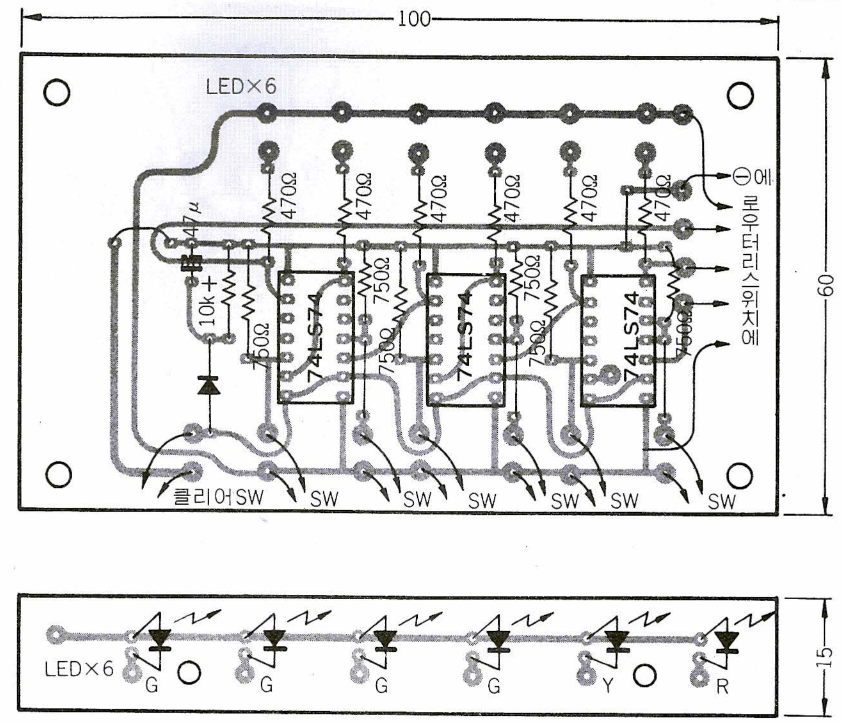
먼저 프린트기판부터 시작한다.

패턴은 IC의 다리가 기본이기 때문에 LED를 파일럿램프로 사용할 때 접착제 등으로 붙이는 사람이 많은 모양이지만 그것은 불안하다.

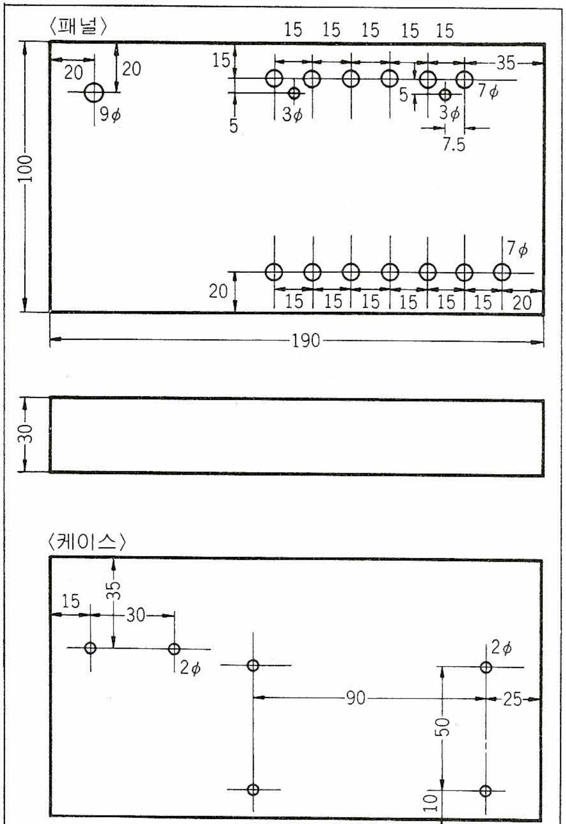
LED는 일단 프린트기판에 순간접착제로 고정



〔그림 5〕 본기의 전회로도



〔그림 7〕 프린트 패턴(원치수)



〔그림 6〕 케이스의 가공도

시키고 리이드선은 패턴에 납땜한다. 그리고 프린트 기판을 양면테이프 등으로 앞 패널에 접착하면 멋있게 된다.

LED와 스위치로 연결되는 배선은 조금 길게 해 두자. 이 리이드선은 완성 후에 조합을 바꾸어 게임을 재미 있게 한다.

점퍼선은 저항의 리이드선의 도막 등을 사용한다. 우선 처음에는 본기의 실체도대로 스위치와 LED를 모두 배선한다.

□ 사용법과 게임하는 법

(1) 전자열쇠

먼저 파워 스위치를 열쇠(KEY)로 한다. 그리고 클럭 스위치를 오른쪽에서 차례로 누른다.

그러면 차례로 LED가 점등하여 모두 켜진다. 거기서 일단 클리어(CE) 스위치를 누른다.

다음에 클럭 스위치를 산발적으로 눌러 본다. 그러면 절대로 LED 전부가 점등하는 일은 없을 것이다.

(2) 데들록

스위치를 데들록(DEADLOCK)으로 한다. 스위치를 오른쪽에서 ⑥⑤④③②①과 같이 누

르면 빨강 이외의 LED가 점등한다.

일단 클리어로 한 다음 스위치를 ⑥④② 나, ⑤③①로 누른 후에 다른 스위치를 눌러 본다. 그래도 나머지 3개의 LED는 절대로 점등하지 않는다.

그러나 최초에 다른 방식으로 눌렀을 때는 LED의 점멸을 바꿀 기회가 있다. 하지만 LED가 ②④⑥이나 ①③⑤와 같이 배열되면 안된다. 이 게임은 빨강 이외의 LED를 점등시키는 게임이다.

(3) 4개 맞추기

스위치를 어레인지 4 (ARRANGE 4)로 한다.

이 게임은 빨강 이외의 LED 중 4개의 LED가 점등하면 되는 게임이다.

스위치를 누르는 방법(순서)에 따라 LED의 점멸이 이동하기 때문에 이동시키면서 4개를 점등시킨다. 그리고 만일 녹색의 LED만으로 4개가 점등되면 최고이다.

□ 완 성

연습이 끝났으면 빨강 이외의 LED와 스위치를 바꾸어 조합시킨다.

LED는 LED 기판의 배선을 바꾸고 스위치는 고정위치를 바꾼다. 일단 조합을 외워 버렸으면 또 다르게 조합시킨다.

클리어 스위치를 살피면서 몇번이나 도전해 보자. 움직이는 게임과 달라 조용한 게임이기 때문에 신경을 써서 다루기 바란다.

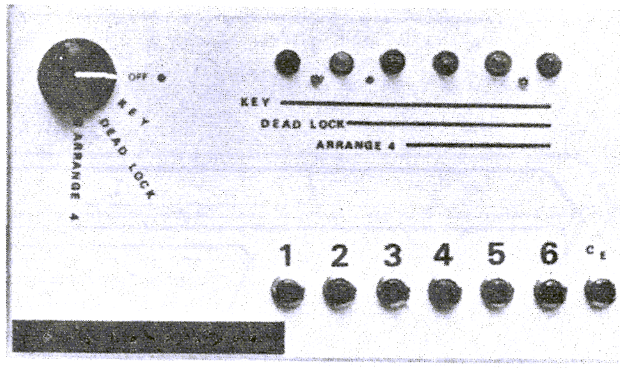
이 게임은 여러분의 두뇌에 도전하는 메카니즘으로서는 적격일 것으로 생각한다. 우선 스위치와 LED를 바꾸어 조합시키기 전에, 연습을 잘해서 요령을 완전히 알고 난 후에 게임하는 것이 현명하다.

또 **7474**와 **74LS74**의 소비전류를 말하자면 LED를 6개 점멸하고, 전원 전압이 5V 일 때 **7474**가 95mA, **74LS74**가 50mA로서 LS 시리이즈가 약 반이다.

부품을 구입할 때 LS가 조금 더 비싼 편이지만 전지값을 생각하면 LS가 경제적일 것이다.

□ 게임하는 법

여러분은 본기를 손수 만들었기 때문에 LED



〔사진 3〕 본기의 패널. LED=발광 다이오우드

나 스위치의 배선을 바꾸어도 어떻게 하면 게임을 완성시킬 수 있는지 곧 알 수 있을 것이다. 그래서 친구들 앞에서는 누를 곳은 보이지 말고 완료된 상태만을 보여 주도록 하여, 다음과 같이 게임을 지시한다.

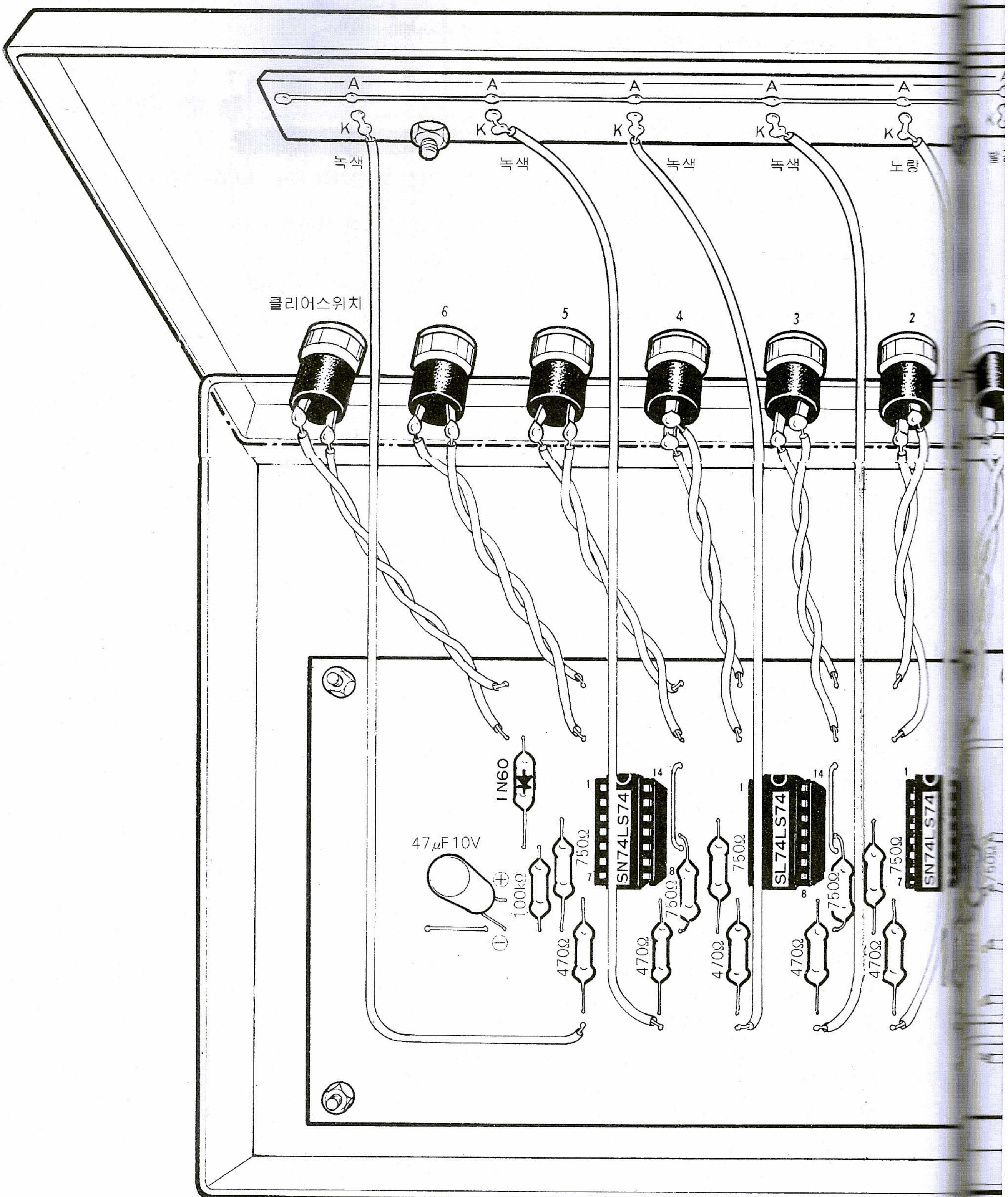
「자, 램프가 지금 이렇게 켜져 있다. 내가 여기서 리세트할 테니 같은 식으로 켜 보라. 버튼은 어떤 식으로 눌러도 좋다. 자, 준비 시작!」

한손에 시계를 보고 시간을 재면서 하면 한층 더 흥미 있을 것이다. 잘 되지 않아 여러 방법으로 버튼을 눌러 보며 쩔쩔매는 친구들을 보고 있노라면 통쾌할 것이다.

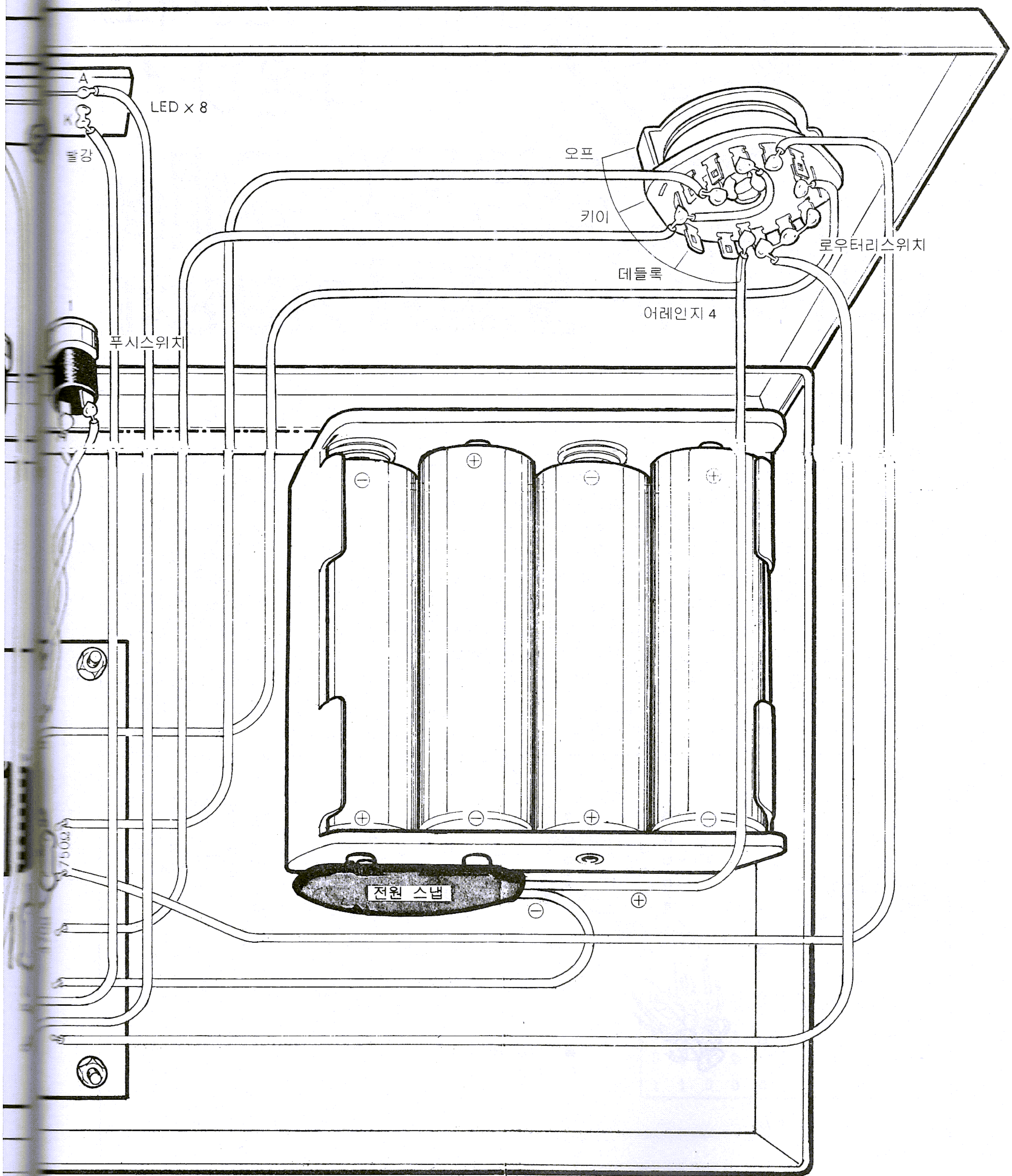
항상 공부에 시달리는 학생들로서는 좋은 스트레스 해소의 게임이 될 수 있을 것이다.

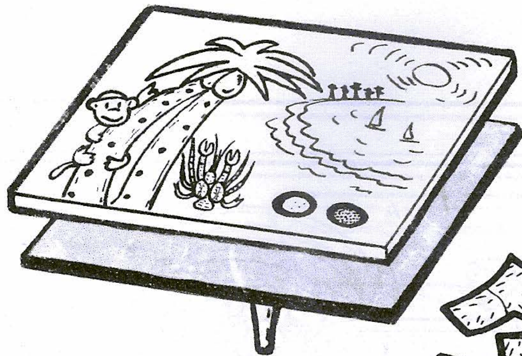
부 품 표

IC **74LS74**	3
다이오우드 **1N60**	1
발광 다이오우드 5ϕ 빨강	1
〃 녹색	4
〃 노랑	1
푸시 스위치 빨강	6
검정	1
로우터리스위치(3회로 4접점)	1
손잡이	1
전지 호울더 AAM 4개용	1
IC 소켓 14P용	3
FC-1용 스냅	1
콘덴서 47μF 10V	1
저항 470Ω 1/4W	6
750Ω 1/4W	6
10kΩ 1/4W	1
스페이서 5m/m	4
케이스	1
기타 비스, 너트, 프린트 기판 등	



디지틀 게임머시인 갈릴레오의 실체배선도


A
K
LED × 8
빨강
오프
키이
로우터리스위치
데들록
어레인지 4
푸시스위치
전원 스냅



방해하는 원숭이도 나온다!
소라게의 야자수 오르기 게임장치

독자 여러분은 「소라게」라는 게를 본 적이 있는가?

이것은 게의 일종으로서, 열대지방의 해안에 살고 있다. 그 높은 야자나무에 올라가 야자를 따먹는 습성이 있고, 또 다른 게들처럼 옆으로 기어다니지 않고 주로 앞뒤로 걸어다닌다. 야자 열매 외에도 육지의 풀이나 나무를 갉아 먹는다니, 보통 게와는 좀 다른 놈이다.

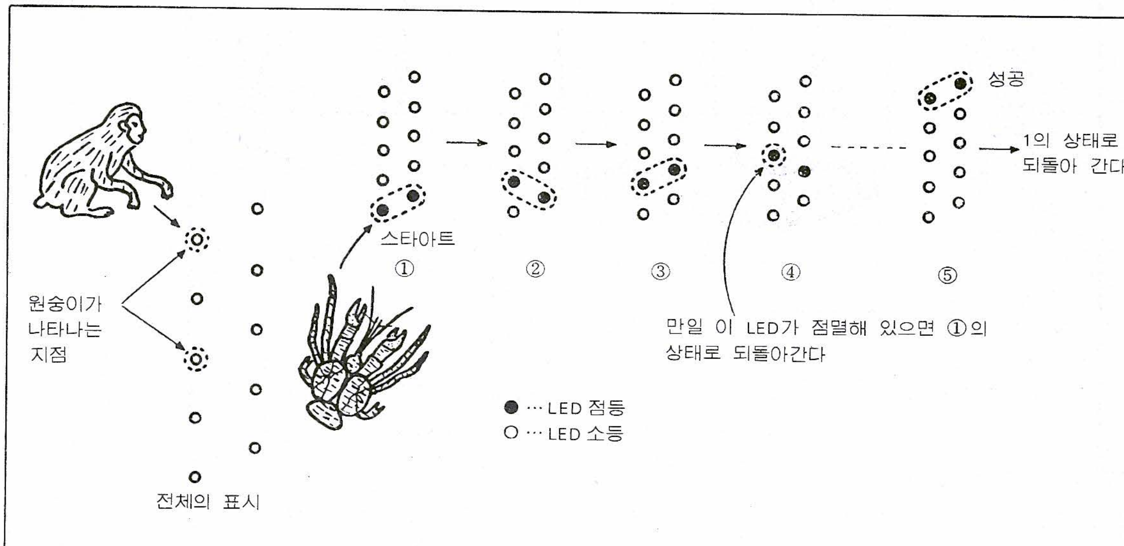
이 기사의 게임은 그 게가 주인공이다. 게하고 사이가 나쁜 동물로는 원숭이가 있다. 야자나무에 올라가서 열매를 따먹으려는 게에게 방해자로 등장하는 것이 원숭이다. 게는 원숭이의 방해를 피해서 간신히 야자 열매까지 다다르면 야자열매를 갉아 먹고 힘을 내어 또 다른 나무로 올라간다.

그러나 원숭이의 방해에 부딪혀 야자열매까지 가지 못하면 게는 차츰 힘이 빠져, 마침내 야자나무의 중간쯤에서 움직이지 못하게 된다.

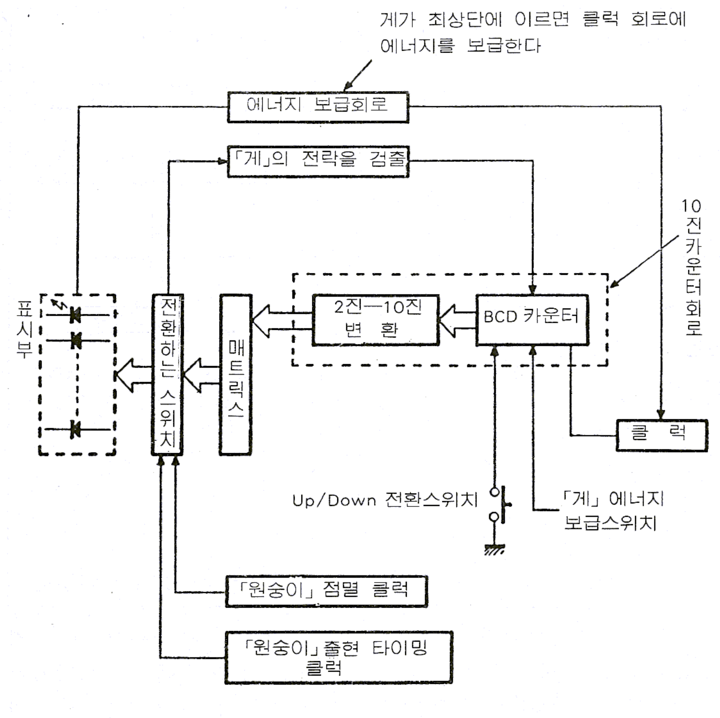
그럼 이제 게임의 내용을 설명해 보자.

❖ 원 리

여러 가지 게임을 생각할 때, 게임을 어떻게 표시하느냐 하는 것이 큰 문제가 된다. 극단적으로 말하여, 표시방법만 결정되면 전기회로의 동작도 대강은 정해지게 마련이다. 최근에 성행하게 된 액정 게임과 같이, 게임의 움직임을 실감나는 그림으로 표현하면 좋지만, 우리가 사용할 수 있는 것은 LED에 한정되어 있다. 최소의 LED로 어떻게 하면 재미 있는 표



〔그림 1〕 게가 나무에 올라가는 상태



〔그림 2〕 블록도

시를 만드느냐가 문제이다.

〔그림 1〕을 보자. LED가 세로로 2열, 상하를 조금 이동시켜 배열되어 있다. 이 LED를 그림 속의 ①～⑨에 나타낸 것과 같이 2개씩 차례로 점등시킨다. 이렇게 하면 2열로 배열된 LED가 번갈아 하나씩 위로 올라간다. 이 상태를 보면서 「이것은 게가 나무에 오르는 것이다!」하는 생각을 강하게 머리에 떠올리면 된다. 실제로 만들어 움직이는 상태를 보니 상당히 유우머러스하기 때문에 표시부는 이것으로 결정했다.

그런데 원숭이가 나무에서 게를 떨어뜨리는 것은 특정한 장소의 LED를 점등시키기로 했다. 만일 게가 점멸하고 있는 LED로 옮아가려고 하면, 곧 〔그림 1〕의 ①의 상태로 돌아가 버린다.

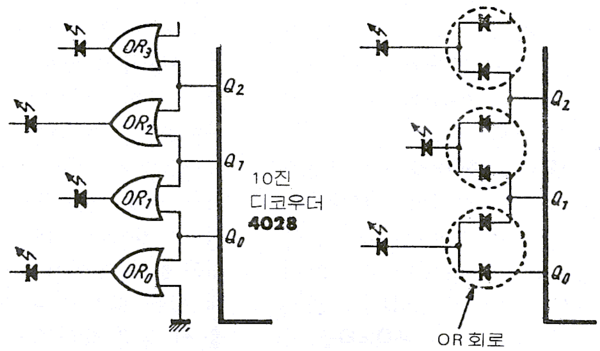
점멸하는 장소는 2군데가 있다. 원숭이가 나타나는 시간, 즉 원숭이의 LED가 점멸하는 시간은 주기적으로 닥쳐오기 때문에 게가 자유로이 움직이거나, 멈추어 설 수 있게 해 두면 게임은 별로 재미가 없다.

그래서 원숭이는 항상 계속해서 움직이도록 했다. 플레이어는 게를 위로 가게 하느냐, 아래로 가게 하느냐를 콘트롤할 수 있을 뿐이다. 그렇기 때문에 상하를 원숭이가 막아 서면 한쪽 다리를 올리거나 내리거나 하여 제자리걸음 상태로.

4029 출력 ⇨ **4028** 출력

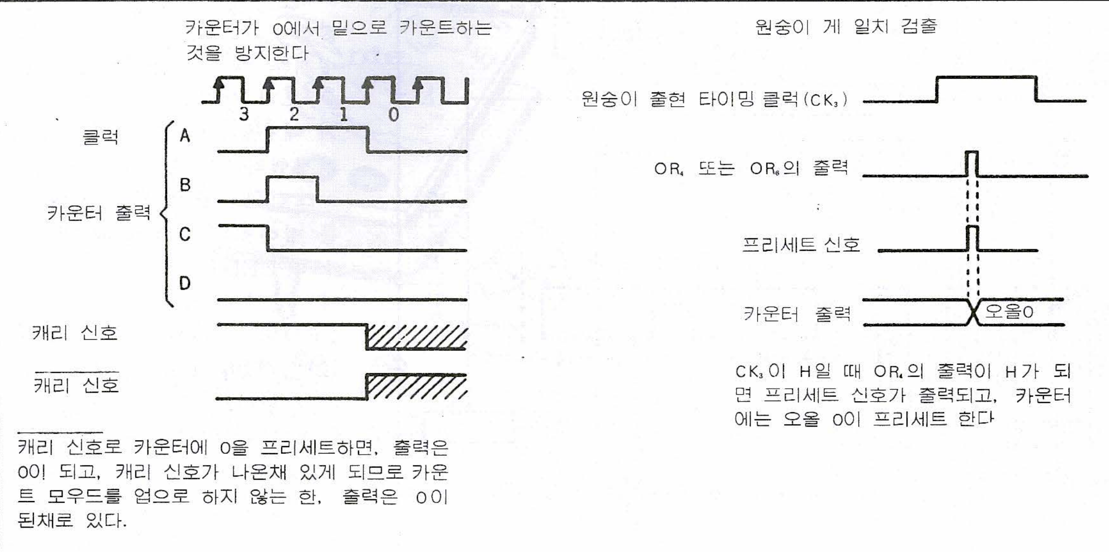
Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	Q_9	Q_8	Q_7	Q_6	Q_5	Q_4	Q_3	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Q_3	Q_2	Q_1	Q_0	4028 출력
1	0	1	0	모두 「0」 출력
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	



OR_3	OR_2	OR_1	OR_0	⇦	Q_2	Q_1	Q_0
0	0	1	1		0	0	1
0	1	1	0		0	1	0
1	1	0	0		1	0	0

〔그림 3〕 매트릭스 회로



〔그림 4〕 타이밍 차아트

원숭이가 없어지기를 기다려야 된다

원숭이는 언제나 2마리가 동시에 나온다. 또 게가 나무에 올라가 있기까지에는 반드시 한번은 나타나기 때문에 제자리 걸음을 하여, 원숭이로부터 도망치지 않으면 절대로 야자의 열매를 따먹을 수 없다.

〔그림 2〕에 블록도를 나타냈다. 게가 나무에 오르내리도록 동작을 시키는 것은 BCD업 다운 카운터 **4029**와 2진—10진 디코우더 **4028**, 그리고 매트릭스 회로이다.

4029와 **4028**은 여러분에게도 낯익은 것이다. **4029**는 카운트 출력을 바이너리 코우드(2진수)로 출력한다. 이대로이면, 10개의 LED를 콘트롤할 수 없으므로, **4028**을 사용하여 10진수로 변환하는 것이다.

이렇게 하여 얻어진 10진 출력을 그대로 LED에 접속하는 것만으로는 아직 게의 동작이 되지 않는다. 〔그림 1〕을 한번 더 보자. 게는 한꺼번에 2개를 점등하고 있는데, 1개가 꺼지면 다음의 1개가 켜지게 되어 있다. 이 동작을 만들어 내는 것이 매트릭스 회로이다.

〔그림 3〕을 보자. 10진 디코우더의 출력에는 OR가 2개씩 접속되어 있다. 디코우더의 Q_0이 1이 되면 OR_0과 OR_1의 출력이 양쪽 모두 1이 된다. Q_1이 1이 되면 이번에는 OR_1과 OR_2가 1이 된다. 이렇게 하여 두면 Q가 하나 바뀌면 OR의 출력에 접속된 LED가 2개를 1조로 하여 변하게 된다.

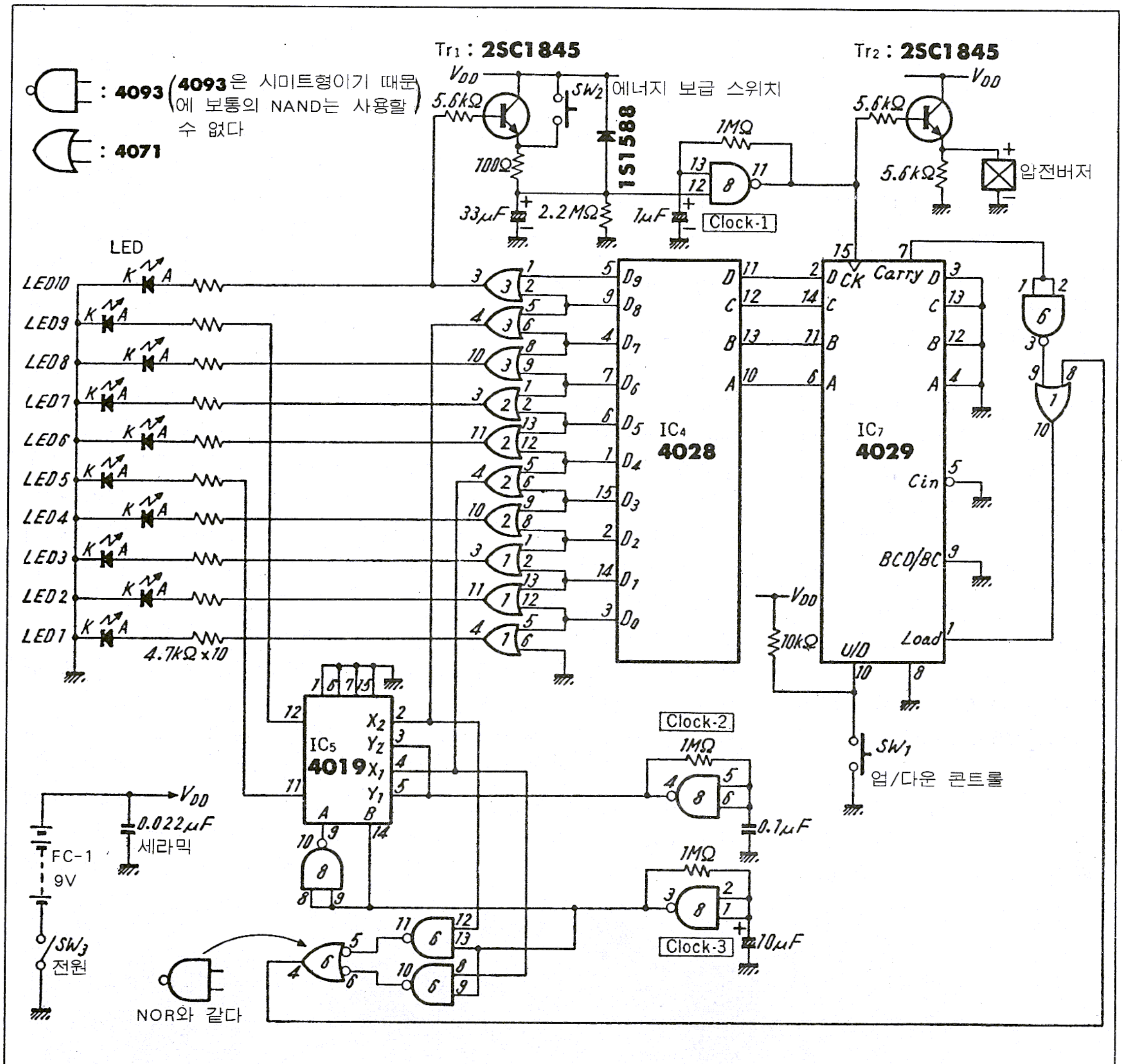
이와 같은 회로는 OR게이트를 사용하지 않아도 다이오우드를 조합시켜 만들 수 있지만, 다이오우드를 8개 사는 것과 C-MOS의 OR 게이트를 1개 사는 것을 비교하면 C-MOS쪽이 더 싸다. (게이트 IC나 소신호용의 트랜지스터 등은 이제 칩의 값보다 패키지(바깥쪽을 싸 놓은 플라스틱)를 씌우는 코스트가 더 비싸다고까지 말할 정도이다.

그런데 이상으로 게의 표시부가 만들어졌다. 다음에는 원숭이를 출현시키는 회로에 대하여 설명한다.

게가 지나다니는 통로에 있는 LED를 주기적으로 점멸시키기 위해서, 디지틀 멀티플렉서 **4019**를 사용하여 LED로 가는 신호를 전환시켜 점멸 신호를 보내기로 한다. 스위치가 게 표시쪽이 되어 있을 때, 게는 아무렇지도 않게 원숭이의 출현 지점을 통과할 수 있지만 원숭이쪽으로 전환되어 있으면 검출회로의 동작으로 카운터는 곧 0에 프리세트 되고, 게는 스타아트 지점으로 되돌아오고 만다.

이 「0에 프리세트」 되는 동작에 대하여 좀 보충 설명을 해 두자. 업/다운 카운터에는 항상 클럭이 입력되어 있고, 플레이어는 업과 다운을 전환시키는 것만 할 수 있게 되어 있다. 그렇기 때문에 다운 카운트 그대로이면 카운터는 4→3→2→1→0→9→8…과 같이 0의 다음은 9가 되어 버린다. 이렇게 되면 나무에서 떨어진 게가 갑자기 야자나무 꼭대기에서 내려오게 되어 게임이 되지를 않는다.

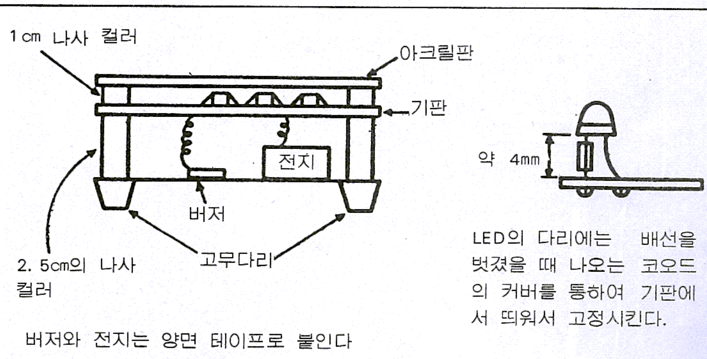
이것을 방지하기 위해서 카운터의 캐리 신호로 카운터 자체에 오올 0을 프리세트 시키고, 다운 카운트를 정지시키도록 하고 있다. 이상 회로의 타이밍 관계는 모아서 〔그림 4〕에 나타내었다. 끝으로 「에너



〔그림 5〕 전체회로도

지 보급회로」에 대하여 설명한다. 전회로도〔그림 5〕를 보자. 야자 열매를 표시하는 최상단

의 OR 출력이 H가 되면 Tr_1 이 ON하여 이미터의 콘덴서를 충전하기 때문에 발진기는 발



〔그림 6〕 조 립

진을 계속할 수 있지만, +9V와 콘덴서 사이에 다이오우드가 1개 들어 있다. 이것은 언뜻보면 아무 역할도 하지 않는 것 같이 보인다.

실은 이 다이오우드는 전원을 끊었을 때 필요한 것이다. 만일 콘덴서가 충전된채로 회로의 전원이 끊어지면 C-MOS의 전원이 없는 상태에서 입력에 전압을 가하게 되어 버린다.

그것을 방지하는 것이 이 다이오우드의 역할이다. 전원이 끊어지고 +5V가 콘덴서의 단자전압보다. 낮게 되면, 다이오우드를 통하여 콘덴서의 전하

는 회로 전체에 흩어져 C-MOS의 입력이 보호된다. 여러분이 회로를 설계할 경우에도 이와 같은 점에 유의하기 바란다.

❖ 부 품

① **IC**…모두 C-MOS IC를 사용한다. 구하기 어려운 것은 별로 없다. NAND는 시미트형의 **4093**을 사용한다. 보통의 NAND(**4011**)는 쓸 수 없으므로 주의한다.

IC를 기판에 붙이기 위해서 IC 소켓을 사용했지만, IC와 같거나 그 이상으로 비싸기 때문에 자신이 있는 사람은 소켓을 사용하지 않고 기판에 직접 납땜하기 바란다. 다만 납땜인두는 C-MOS용의 납땜인두 끝이 절연된 형식으로 된 것을 사용하기 바란다.

② **트랜지스터**…한가운데가 컬렉터의 **2SC**형인 것이면 아무거나 좋다.

③ 기 타…푸시 스위치는 가장 싼 것을 샀기 때문에 눌렀을 때의 느낌이 아주 좋았다. 예산이 허용되는 범위 내에서 느낌이 좋은 것을 택하도록 하자.

기판 세트는 보통 하는 식대로 했다. 부품은 모두 부품점에서 구입했는데, 지방에 따라 가격 차이라든가 구하기가 좀 힘든 곳도 있을 것이다.

❖ 제 작

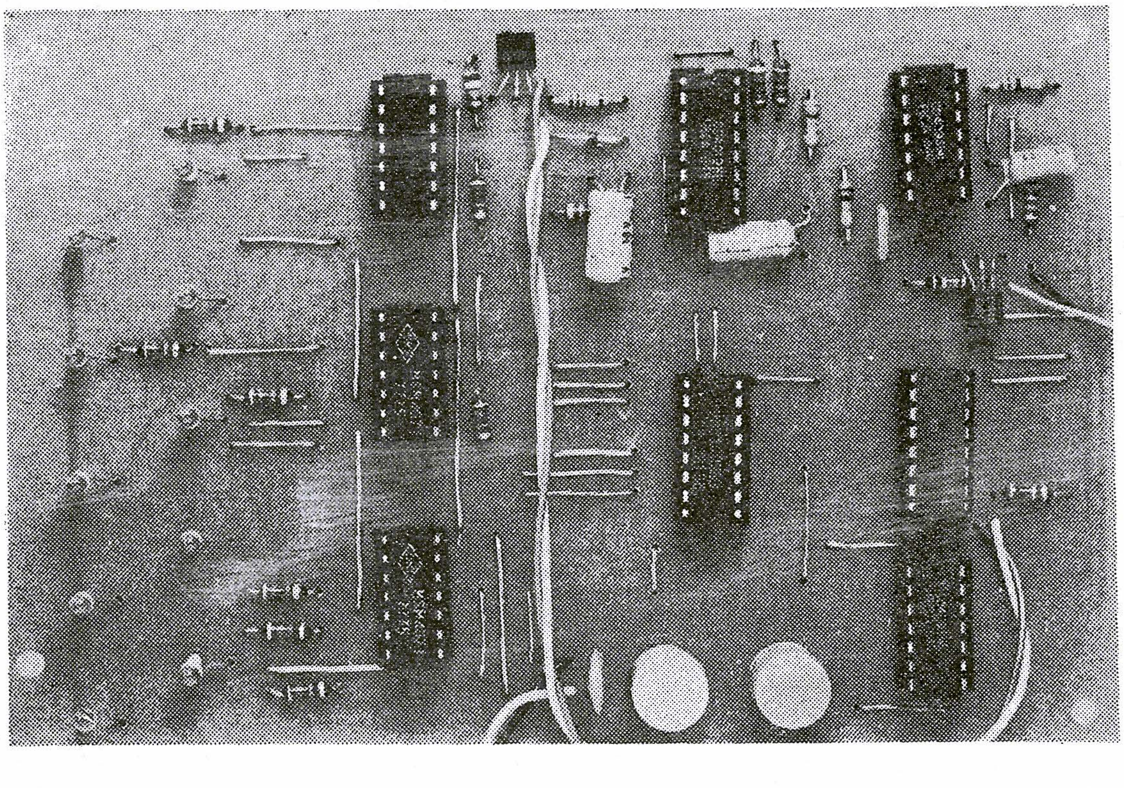
기판의 가공부터 시작한다. 포지 감광기판에 붙어 있는 주의사항을 잘 읽고 제작을 시작하자. 인화하는 시간은 20분 정도로 하고, 현상시간을 오래 끌게 하면 매우 깨끗한 레지스트가 된다.

여기서 한마디 주의해 둘 것은 인화 시간을 20분으로 했는데, 왠지 인화가 너무 지나쳐서 레지스트가 얕게 되었다. 이상하다고 생각했지만, 다시 한번 설명서를 읽고 나서 이유를 알게 되었다. 필자가 인화한 것은 햇빛이 들어오는 방의 한가운데였다! 〔인화는 어두운 방에서 해야!〕 하는 것을 깜빡 잊고 있었기 때문이다. 여러분도 주의하기 바란다.

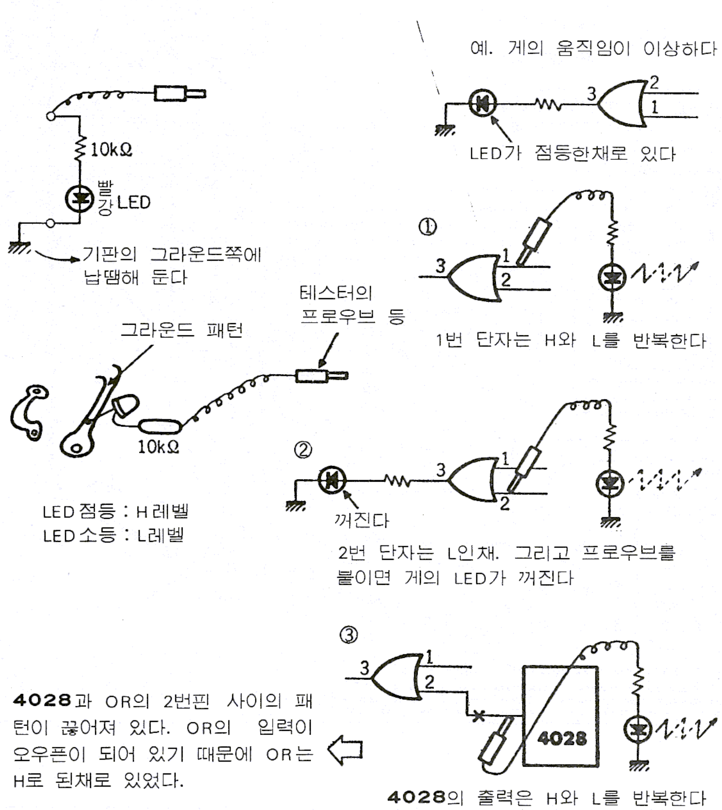
그런데 기판이 되었으면, 패턴에 벌레 먹은 자리나 패턴끼리의 접촉이 없는지를 잘 확인한다. 모두 다 잘 되었으면 플럭스를 바른다. 완전히 건조될 때까지는 하룻밤 정도 걸리므로, 깨끗이 완성시키고자 하면 자기 전에 발라 두는 것이 좋다.

케이스는 아크릴판을 사용한다. 크기는 자기의 기판에 맞추어 꼼꼼히 가공한다. 아크릴판의 공작에서 서두는것은 금물이다. 잘 깨어지는 것이니까. 또 공작하기 어려운 전원 스위치의 구멍 뚫기부터 시작하자. 구멍 뚫기를 다 한 다음에 판을 깨기 쉬운 공작을 하면, 그 때까지 해 온 수고가 헛될 위험성이 크기 때문이다.

기판에 부품을 고정시킬 때에는 점퍼선을 맨 먼저 붙인다. 일반적으로 키가 작은 부품과 조그만 부품부터 먼저 고정시키는 것이 나중에 공작하기가 좋



〔그림 7〕 가장 간단한 로직 체커



다.

이상 〔그림 6〕을 참조하여 가공하기 바란다.

❖ 점 검

전원 스위치를 넣기 전에 잘못된 배선이나 부품의 극성이 틀린데가 없는지 충분히 점검한다. 버저에도 극성이 있으므로 주의한다. 점검이 끝났으면 다음과 같은 순서로 동작시험을 한다.

①IC를 모두 뺀 상태로 전원 스위치를 넣는다. 다음에 테스터로 각 IC의 V_{DD}에 +9V가 공급되어 있는지를 조사한다(14핀의 IC는 14번 단자, 16핀의 IC는 16번 단자). C-MOS에서는 전원이 접속되어 있지 않아도 동작하는 수가 흔히 있으므로 주의해야 한다(IC 내부의 입력보호용 다이오우드를 통하여 입력에서 전원이 공급되어 버리기 때문이다).

②전원을 끊은 다음 IC를 모두 꽂는다. 그리고 소켓을 사용하지 않은 사람도 각 IC의 V_{DD}에 +9V가 들어와 있는지 맨 먼저 점검하자.

전원 스위치를 넣는다. 원숭이의 LED가 2개 모두 점멸을 개시할 것이다. 또 게의 LED도 스타아트 위치에 2개 나타난다. 원숭이의 LED는 전원을 넣고, 15초 정도 점멸을 계속한 다음, 5초 정도의 주기로 완전히 꺼졌다 켜졌다 하는 것을 반복하게 된다. 이 LED가 전혀 점멸하지 않을 때는 클럭 2와 클럭 3 및 **4019**의 주변에 이상이 있을 것이다.

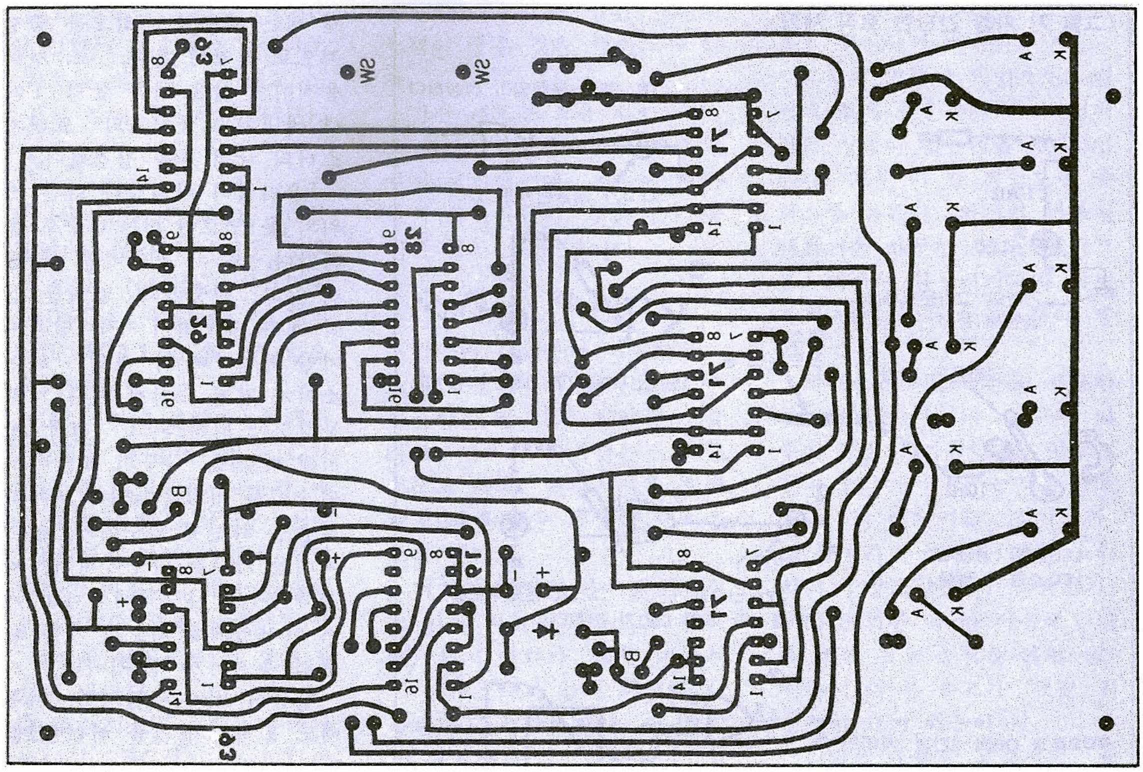
다음에 게의 에너지 보급 스위치를 눌러 보자. 게는「삐걱, 삐걱」하는 소리와 함께 나무를 기어 올라가기 시작하는가? 올라가는 도중에서 사라져 버릴 때는 매트릭스 회로를 중점적으로 점검해 본다. 또 전혀 움직이지 않을 때는 클럭 1이나 에너지 보급회로의 트랜지스터의 극성 등을 점검한다.

「올라갔다 내려갔다 하는 스위치」를 누르면 게는 나무로 올라간다. 또 이 스위치를 누르지 않고, 원숭이의 방해를 받아 게가 나무에서 자꾸 떨어지기만 하면「삐걱, 삐걱」하는 소리가 점점 느리게 되어 게의 동작도 느리게 되고, 결국 정지해 버린다. 나무의 도중에서 원숭이를 만났을 때는, 제자리 걸음을 하면서 원숭이가 없어지기를 기다려 나무꼭대기까지 올라간다. 나무꼭대기까지 가서 야자열매를 먹으면 게는 활발히 움직이게 될 것이다.

만들어 보기는 했지만, 아무래도 움직이지 않을 때는〔그림 7〕과 같은 방법으로 점검한다. IC의 움직임을 생각하면서 좋지 않은 부분부터 거기에 접속되어 있는 회로를 차례로 살펴본다.

〔그림 7〕의 예에서 **4028**이 동작하고 있지 않는다고 생각하면 **4028**에 접속되는 **4029**의 동작은 이상없는가? 클럭회로는 이상 없는가? 하고 여러 각도로 회로의 동작을 관찰하여 불량한 곳을 찾는다. 애써 만든 작품인 만큼 체념하지 말고 완전히 동작할 때까지 열심히 점검해 보자.





부 품 표

C-MOS IC	
4029	1
4028	1
4019	1
4093	2
4071	3
트랜지스터 **2SC1845**	2
다이오우드 **1S1588**	1
발광 다이오우드 **TLR102**	10
저항 4.7kΩ	10
5.6kΩ, 1MΩ	각 3
10kΩ, 100Ω, 2.2MΩ	각 1
콘덴서 전해 33μF 10V	1
10μF 10V	1
마일러 0.1μF 10V	1
세라믹 0.022μF	1
스위치 푸시스위치	2
슬라이드 스위치	1
IC 소켓 16P	3
14P	5
기판 포지 감광기판	1
버저	1
FC-1용 스냅	1

도서안내

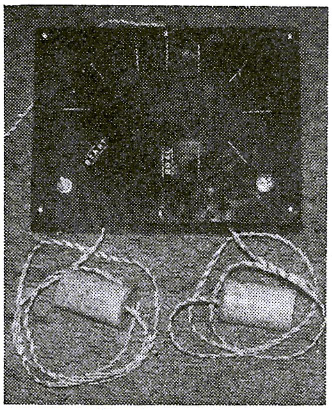
디지틀 게임기 제작집 제1집 ●B5판 184면 ●값 3,000원
제2집 ●B5판 160면 ●값 2,500원

도서출판 과학도서 발행

최근 화제가 되고 있는

각종 「디지틀게임기」의 제작 도서로

흥미 만점을 약속할 수 있는 책!



경마 게임

❀ 경마게임의 동작

그림 1은 경마 게임의 블록도이다. 지금부터 블록도에 따라 동작을 설명해 간다.

먼저 동작의 기준이 되는 클럭 펄스의 발생회로인데, 전환 스위치에 따라 수동과 자동이 있다. 자동은 멀티 바이브레이터 회로로서, 클럭 펄스를 발생시키고 있다. 수동은 안으로 도는 것과 밖으로 도는, 각각 다른 스위치를 사람이 ON, OFF를 하여 0(V)↔5(V)의 클럭 펄스를 발생시킨다.

게이트 전환회로는 자동이나 수동에 의해 발생한 클럭 펄스 중에서, 어느 것을 조합 카운터에 입력할 것인가를 전환시키는 회로로서, 낸드 게이트를 이용한 전자적 전환 스위치로 되어 있다.

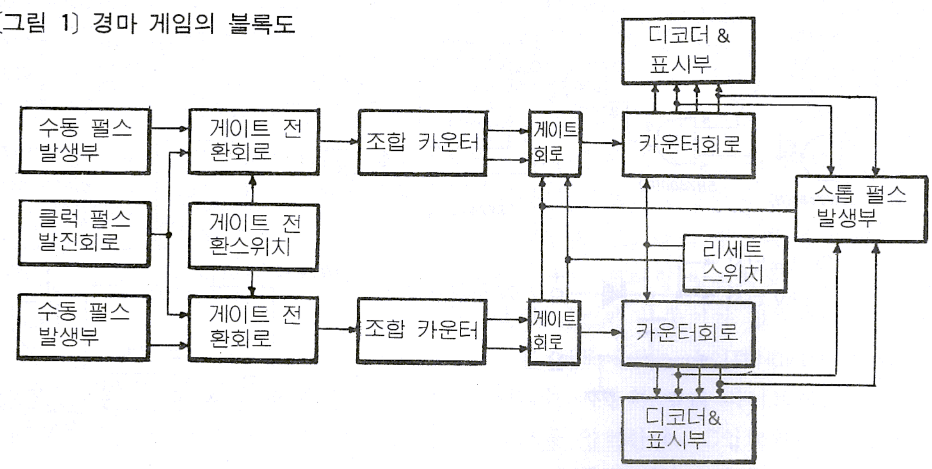
게이트 전환 회로에 따라 선택된 클럭 펄스는 조합 카운터 회로에 들어간다. 이 조합 카운터 회로는 안으로 도는 것과 밖으로 도는 것의 2조가 있고, 16진 카운터 IC의 출력단자의 조합에 따라 의사난수를 만든다. 이 단계에서 안으로 도는 것과 밖으로 도는 회로에는 각각 다른 클럭 펄스가 입력되게 된다.

조합 카운터로부터의 출력은 게임의 세트, 리세트를 제어하는 게이트 회로를 통과하고 카운터에의 클럭 펄스가 된다.

카운터 회로에서는 게이트 회로로부터의 클럭 펄스를 카운트하여 디코더 회로에 출력하지만, 카운터가 16진이기 때문에 디코더가 0에서 9까지 출력하는 10진 디코더이기 때문에, 1010(10) 신호로 리세트를 걸기 위해서는 게이트 회로에도 제어신호를 출력한다.

디코더 회로에서는 카운터로부터의 바이너리 출력을, 0에서 9까지의 10진 출력으로 변환하고, LED에 의하여 표시한다. 여기 사용한 디

〔그림 1〕 경마 게임의 블록도



코더 IC는 오픈 컬렉터식의 출력 회로로되어 있기 때문에 LED를 직접 구동할 수 있다.

표시부는 안으로 도는 것이나 밖으로 도는 것이나 모두 11개의 LED로 구성한다. 표시의 방법은 다음과 같이 한다. 먼저 스타트 라인과 골라인을 정해 두고 레이스의 진행 상태는 트랙내의 9포인트로 표시한다. 또 어느 한 쪽이 골라인을 통과하면 그 시점에서 게이트 회로를 OFF로 하여 레이스를 끝마치고 승마와 말의 몸길이의 차이를 표시한다.

스톱 펄스 발생부는 게임 회로의 자동 정지를 제어하기 위한 게이트 신호를 카운터 회로에 의하여 꺼내는 회로이다. 이 회로는 아주 기본적인 구성이기 때문에 여러 가지 게임 회로에 응용할 수 있다.

□ 회로별 동작과 구성

그림 2가 게임의 전체회로도이다. 카운터 회로나 디코더 회로는 1개의 IC로서 만들어져 있기 때문에 블랙 박스로 표시되어 있지만, 내부는 J-K-FF 4개로 구성된 카운터 회로이다.

□ 클럭 펄스 발생회로

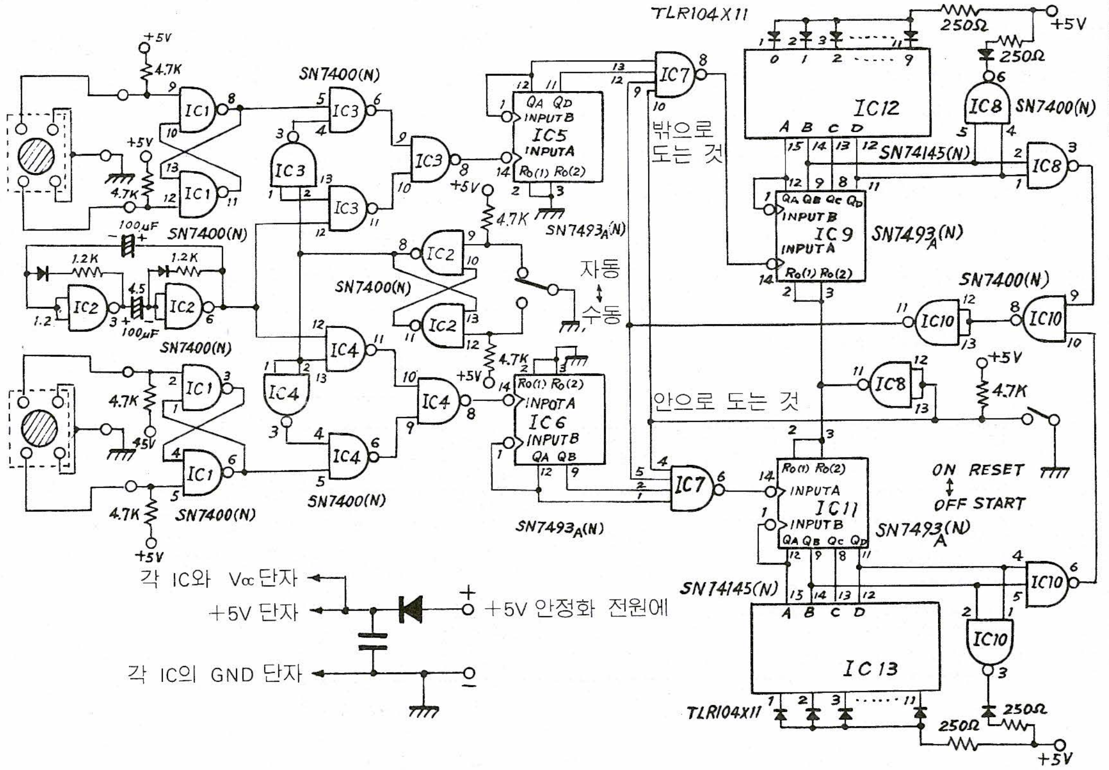
이 회로는 NAND 2개에 의한 멀티 바이브레이터 회로와 수동에 의한 스위치, R-S-FF 에 의한 수동 펄스 발생회로로 구성한 것으로서, 수동과 자동의 게이트 전환회로에 의하여 어느 한 쪽이 조합 카운터의 1과 2에 클럭 펄스를 출력한다.

먼저 자동 때에 사용하는 멀티 바이브 레이터인데, 여기서는 제어 게이트를 다른 한쪽의 게이트에 접속하여 연속 발진 상태로 사용한다.

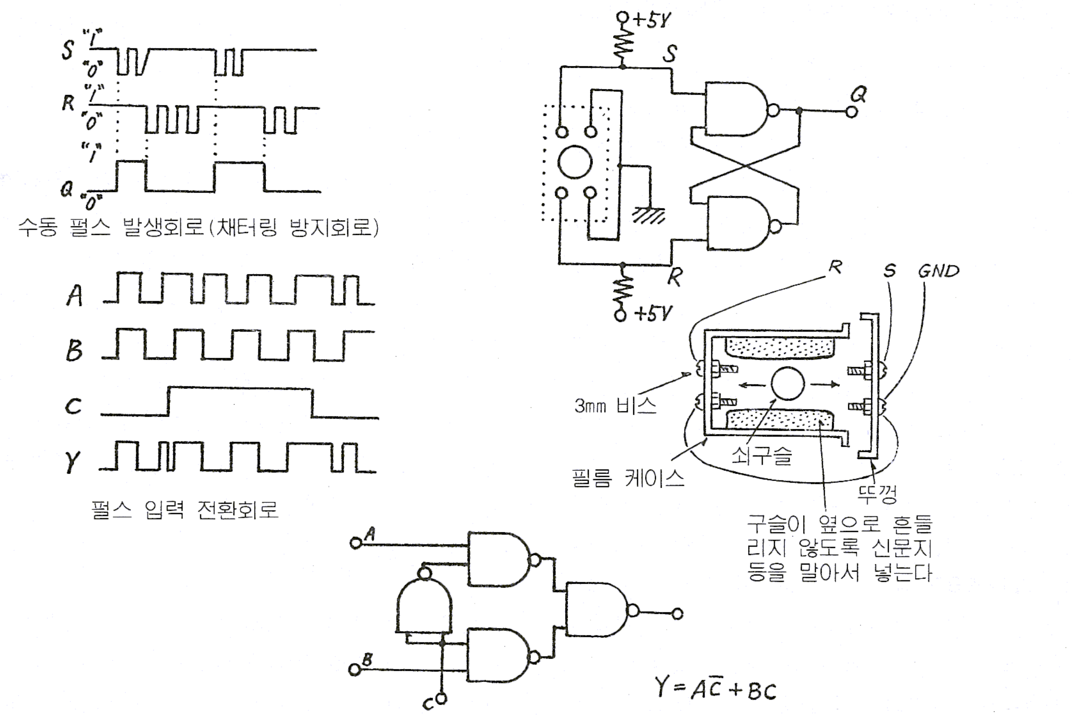
그림 3은 수동에 의한 클럭펄스발생회로이다. 스위치의 뒤에 들어 있는 R-S-FF는 채터링 방지용의 회로이다.

채터링이란 스위치를 전환시킬 때, 펄스의 상승과 하강에 발생하는 주기가 불규칙하고 짧은 펄스열을 말하는데, 기계적 스위치에는 반드시 발생한다. 채터링의 주원인은 스위치의 접점부의 흠이나 오손(더러워진 것)인데, 일반적으로 접

〔그림 2〕 경마게임의 전체회로도



〔그림 3〕 수동에 의한 클럭 펄스 발생회로



축저항 등으로 불리는 것이다.

채터링을 왜 지우지 않으면 안되는지를 설명한다. 설명도(**그림 3**)에서도 알 수 있는 것과 같이, 채터링의 펄스열은 크기는 불규칙이지만, 1개 1개는 뚜렷한 펄스이기 때문에 로직 회로로서는 이 채터링 펄스로 동작하고 있다. 이와 같이 로직 회로에서는 오동작을 방지하기 위해서, 채터링이 발생할 것 같은 곳에는 모두 채터링 방지회로를 설치하지 않으면 안된다.

이와 같은 이유에서 **그림 3**에 나와 있는 수동 펄스 발생기를 만들었다. R-S-FF의 R-S 입력을 **그림 3**과 같이 필름의 빈 케이스와 쇠구슬로 만든 스위치로서 번갈아 "0" 레벨로 해 준다. 이렇게 함으로써 채터링의 펄스열은 지워진 셈이 되어, 채터링이 없는 클럭 펄스를 얻게 된다.

□ 게이트 전환회로

자동과 수동에 의한 클럭 펄스의 전환회로이다. 스위치만으로 전환시켜도 되지만, 다른 자동 제어회로에도 응용할 수 있기 때문에 기본적 회로를 짜 본다.

이 회로의 동작은 NAND의 진리표를 생각하면서 알아 본다.

A, B 두 입력에 클럭 펄스 A, B가 들어 있을 때 C입력이 "1" 레벨이 되면, 단자 1은 "0"이기 때문에 단자 3은 항상 "1" 레벨이 된다. 한편, 단자 2는 "1"이기 때문에 단자 4에는 B 입력의 클럭 펄스 B의 반전한 펄스가 출력된다. 그러면 출력 Y에는 클럭 펄스 B가 출력되게 되는 것이다.

다음에 C입력을 "0" 레벨로 하면 단자 1에는 "1", 단자 2에는 "0"이 입력되기 때문에, 먼저와는 반대로 클럭 펄스 A가 Y에서 출력된다.

이와 같이 C입력에 의하여 Y출력이 결정되기 때문에 당연히 C입력에는 채터링 방지회로가 필요해진다. 또 클럭 펄스의 주기가 중요한 경우에는, 이 채터링 방지회로에 D-FF를 응용하고, 클럭 펄스와의 동기가 필요하다.

본 회로에서는 A입력에 수동 클럭 펄스, B입력에는 자동의 멀티 바이브레이터로부터의 클럭 펄스를 입력한다. C입력의 채터링 방지 회로는 특별히 클럭 펄스와의 동기를 필요로 하지 않기

때문에, R-S-FF 1개만으로 구성하고 있다.

□ 조합 카운터(의사 난수발생부)

이 회로는 16진 카운터를 이용하여 주기가 일정한 클럭 펄스를 안으로 도는 것과 밖으로 도는 것이 각각 다른 부정기 펄스로 바꾸어 짜는 회로이다.

클럭 펄스를 부정기로 하는 이유는 게임의 방식을 생각하면 알 수 있는 것이지만, 클럭 펄스가 안으로 도는 것이나 밖으로 도는 것이 똑 같으면 언제나 같이 도착해 버리므로, 레이스가 되지 않기 때문인데, 게임을 재미 있게 하는 것도 재미 없게 하는 것도 이 회로로 얼마나 다수의 조합 펄스가 되느냐에 달려 있다.

원래 같으면 이 회로에는 난수발생회로가 들어가는 것이지만, 회로가 복잡해지기 때문에 여기서는 **SN7493(A)** 라는 16진 카운터 IC의 출력을 2개 택하고, NAND로 조합시켜 의사난수를 발생시키고 있다. 본기에 있어서의 조합은 밖으로 도는 것(조합 카운터 1)을 Q_A와 Q_D로 하고, 안으로 도는 것(조합 카운터 2)은 Q_A와 Q_B를 조합시켜, 의사난수를 발생시키고 있다. 물론 어느 출력을 조합시키느냐는 자유로서 게임마다 조합을 바꾸는 스위치를 붙여도 될 것이다.

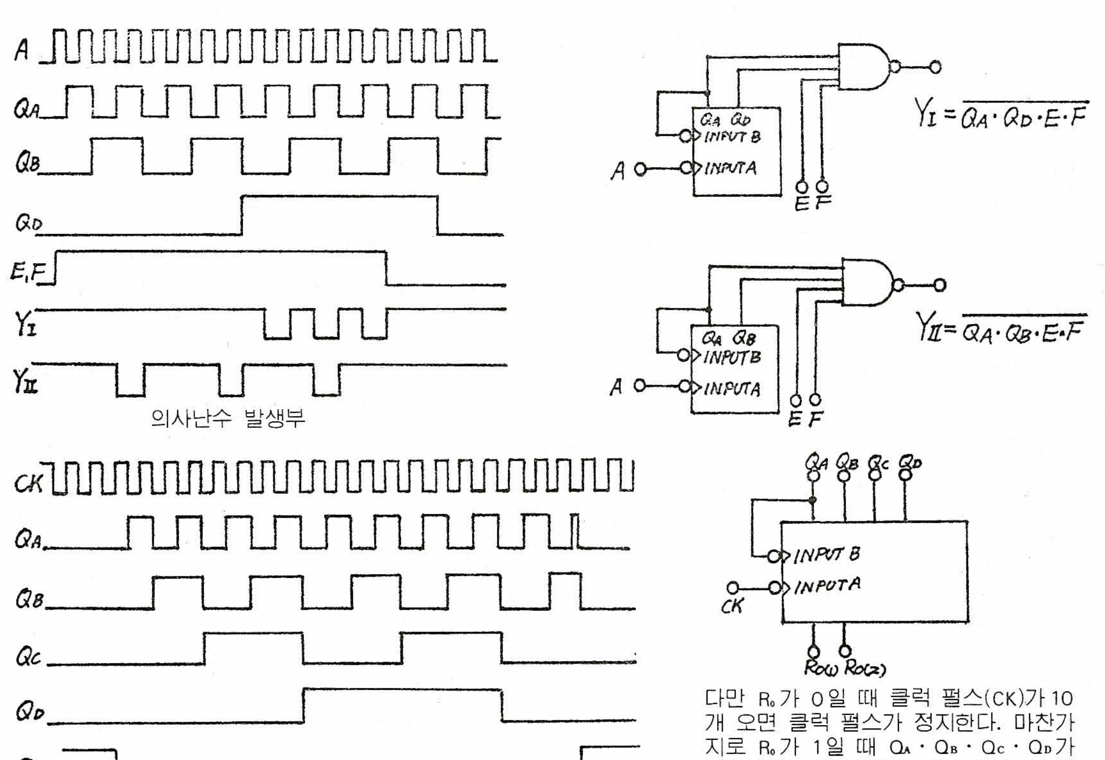
□ 게이트 회로

이 게이트 회로는 4입력의 NAND, **SN7420(N)**과 스톱 펄스 발생회로, 리세트 스위치에 의하여 구성한 회로로서, 4입력 중 2입력을 조합 카운터의 일부로서 이용하고, 남은 2입력에 각각 제어신호를 넣는다. 이 제어신호가 2개 모두 '1" 레벨일 때만 조합 카운터로부터의 펄스를 출력하고, 제어신호의 한쪽이라도 "0'레벨이 되면 출력은 '1"이 되어 제어신호가 '1" 레벨이 될 때까지 이 상태를 유지한다.

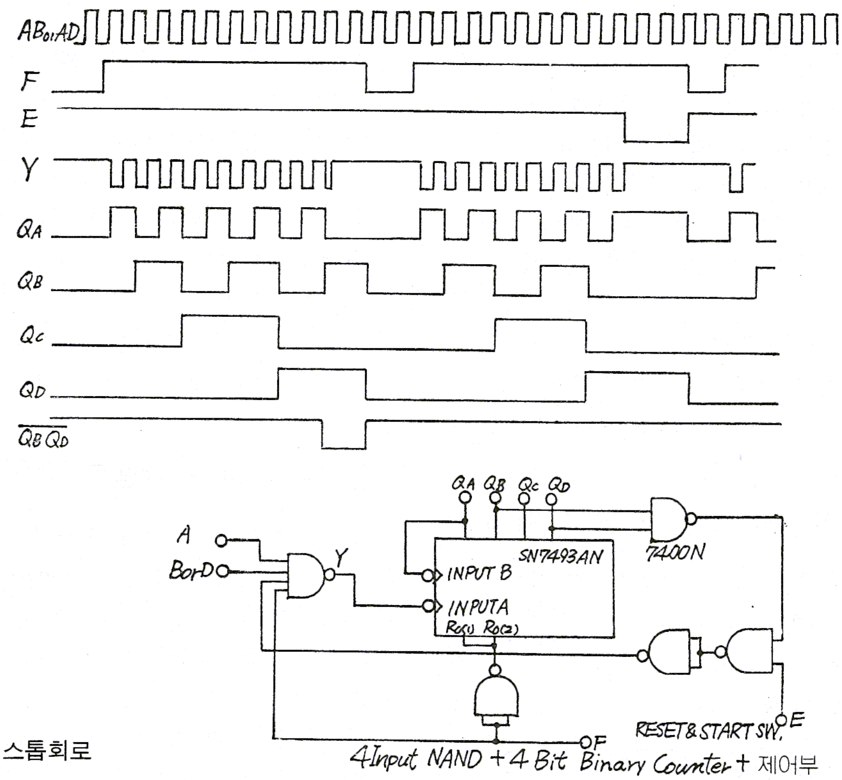
□ 카운터 회로

카운터 회로에는 조합 카운터에서 사용한 카운터와 같은 **SN7493(A)**를 사용한다. 이 카운터는 게이트 회로로부터의 클럭 펄스의 하강 부

〔그림 4〕 조합 카운터



다만 R_0가 0일 때 클럭 펄스(CK)가 10개 오면 클럭 펄스가 정지한다. 마찬가지로 R_0가 1일 때 $Q_A \cdot Q_B \cdot Q_C \cdot Q_D$가 0이 되는 동시에 클럭 펄스도 들어 오지 않는다.



〔그림 5〕 스톱회로

분으로 카운트 동작을 하고, 리세트 단자를 가지고 자동 리세트 동작을 할 수 있는 16진 카운터이다. 출력은 Q_A, Q_B, Q_C, Q_D의 4개로서 2진 출력으로 되어 있다.

카운터의 동작은 1/2 분주의 FF를 4개 직렬로 배선하고, 4개의 출력을 꺼낸 카운터로 생각할 수 있는데, 디코더로 10진으로 변환시켜야만 한다. 또 리세트 단자는 카운터를 동작시킬 때는 양쪽 모두 `0″ 레벨로 해 두고, 리세트 때만 `1″ 레벨로 하면 카운터 출력은 모두 `0″이 된다.

□ 디코더 회로와 표시부

카운터 회로로부터의 2진 출력을 10진으로 변환하는 것이 이 **SN74145(N)** 디코더 IC이다. 이 IC는 출력이 `0″일 때 80(mA)의 전류를 흘릴 수 있는 오픈 컬렉터식이기 때문에, 직접 표시용의 LED를 구동시킨다.

여기서 문제가 하나 생긴다. 그것은 카운터가 16진인데 디코더가 10진이기 때문에 카운터가 10진 이상인 곳을 카운트하고 있는 동안은 표시용 LED가 모두 소등되어 있다. 그래서 카운터 출력이 10이 되는 동시에 골 포인트의 LED를 점등시키고, 레이스를 자동적으로 스톱시키는 회로가 필요해진다.

먼저 골 포인트의 표시인데, 카운터 출력 1010일 때가 10이기 때문에 Q_B와 Q_D를 NAND의 입력에 접속하고, 이 NAND 출력을 LED로 표시하면 되는 것이다. 이 때 NAND의 출력 전류를 I_{OL}에 주의하여 전류제한 저항을 택하지 않으면 안된다. 필자는 **SN7400(N)**을 사용했기 때문에 전류를 16mA 이내로 한정시키기 위해서 250 Ω의 전류제한 저항을 사용했다.

□ 스톱 펄스 발생부

이 회로는 승부가 결정되면 곧 자동적으로 레이스를 스톱시키기 위한 스톱제어회로이다. 그림 5에서 보는 것과 같이, 안으로 도는 것이나 밖으로 도는 것이나 모두 카운터 출력의 Q_B와 Q_D를 NAND에 입력하고, 그 출력을 또 NAND에 통하여 스톱 펄스를 1개로 만든 다음, 제어 신호로 하기 위해서 노트를 통하여 게이트 회로의 제어입력에 접속하고 있다. `1″, `0″ 관계가

올바른지 진리표와 타임 차트로 조사해 보자.

□ 리세트 스위치

이 게임 회로의 리세트는 회로 전체가 아니라, 게이트 회로 이후의 회로에만 리세트를 건다. 이것은 되도록 조합 카운터를 동작상태 그대로 사용하고 싶기 때문인데, 이렇게 함으로써 의사난수가 보다 난수에 가까와질 것으로 생각했기 때문이다.

회로로서는 스위치에 의하여 "1"과 "0"을 전환하고, 카운터의 리세트 입력과 게이트 회로의 제어입력을 동시에 제어하지만, 채터링 방지 회로는 필요가 없다.

□ 경마 게임의 조립과 동작 체크

다음은 조립작업이다. IC의 내부와 단자를 각각 **그림 6**과 **그림 7**에서 볼 수 있다. 회로는 상당히 복잡해 보이지만, 블록도 별로 조립하면 그다지 어려운 회로는 아니다.

□ 클럭 펄스 발생부(자동) IC 2

SN7400(N)에 의한 무안정 멀티 바이브레이터 회로이다. 이것은 파형 정형이기 때문에 출력을 NOT에 통할 필요는 없다. 또 연속동작을 시키기 위해서 두 NAND를 모두 입력을 1개로 모아 NOT로 하여 동작시킨다.

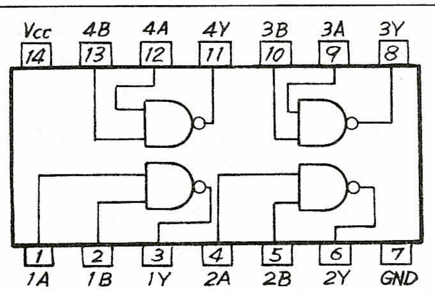
조립이 되었으면 전원을 넣고 로직 테스터로 회로의 체크를 한다. 먼저 전원 Vcc 5(V)가 14핀에 와 있는가 체크를 한다. 14핀이 "1", 7번이 "0"이면 된다.

다음에는 6번핀에 펄스가 출력되고 있는지를 체크한다. 펄스가 출력되고 있으면 된다. 그리고 게이트 전환회로의 1과 2의 12핀이 이 출력을 접속한다.

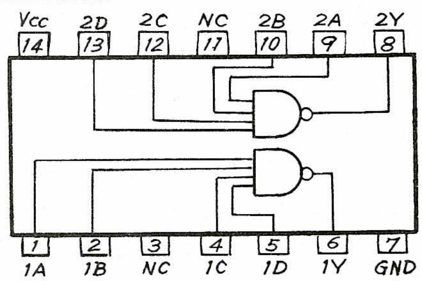
□ 클럭 펄스 발생부(수동) IC 2

먼저 스위치인데, **그림** 3과 같이, 사진 필름의 빈 케이스와 쇠구슬을 이용하여 ON-ON 스위치를 만든다. 접점에는 3 mm 비스를 2개씩 세우고, 이 비스 사이를 쇠구슬로 단락시켜 스위치로 한다.

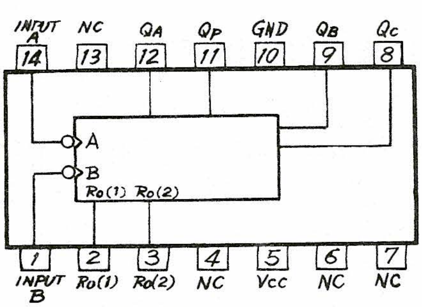
그 때 쇠구슬의 지름이 작으면 그보다 조금 큰 원통을 종이로 만들고, 그 속을 쇠구슬이 올라갔다 내려갔다 하게 한다.



SN7400(N) 톱 뷰
QUAD 2INPUT NAND



SN7420(N) 톱 뷰
DUAL 4INPUT NAND



SN7493 A(N) 톱 뷰
4 BIT BINARY COUNTER

입력				출력		동작
R_0	CK A	CK B	펄스부	Q_A	Q_B Q_C Q_D	
0	⎍ Q_A에 대한 CK	⎍ Q_B에 대한 CK	0	0	0 0 0	카운트
			1	1	1 0 0	
			2	0	0 1 0	
			3		1 1 0	
			4		0 0 1	
			5		1 0 1	
			6		0 1 1	
			7		1 1 1	
			8		0 0 0	
⎍	×	×	—	0	0 0 0	클리어

〔그림 6〕

이것으로 스위치는 만들어졌지만, 이 스위치는 그다지 좋은 것이라고는 할 수 없기 때문에, 채터링이 많이 발생한다. 그 때문에 NANA로 구성한 R-S-FF로 깨끗한 펄스로 만든다. 그리고 전원을 넣어 R-S-FF의 출력에 로직 테스터를 접속해 두고 스위치를 끄떡 끄떡 흔들어 본다. 그렇게 하여 펄스가 출력되면 되는 것이다. 이 회로를 안으로 도는 것과 밖으로 도는 것 용으로 2조 만들고, 각각의 출력을 게이트 전환회로의 5번 핀에 접속한다.

□ 게이트 전환회로(IC 3, 4)

SN7400(N)의 NAND 4개로 구성한 게이트 전환회로이다. IC의 핀을 선으로 잇는 것뿐이기 때문에 틀릴 까닭은 없겠지만, 클럭 펄스를 입력하는 5번 핀과 12번 핀은 특히 주의해야 한다. 1번과 2번 핀은 결선하고 NOT 동작을 시킨다.

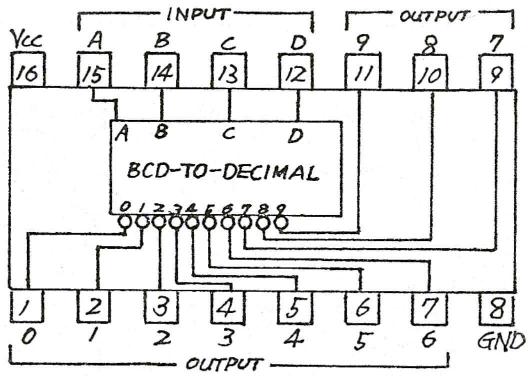
또 게이트 전환의 제어신호에 채터링이 포함되면, 이 채터링은 그대로 출력되기 때문에 자동과 수동의 전환 스위치 뒤에 R-S-FF를 넣어 이것을 방지한다. 이 제어신호는 1번과 2번핀에 결선한다.

배선이 끝나면 동작 체크를 한다. 전원을 넣고 14번 핀이 `1", 7번 핀이 `0"인지 확인한다. 그리고 자동-수동의 제어신호가 나타나는지를 체크한다. 전환 스위치를 자동으로 하고, IC2의 8번핀을 로직 테스터로 체크한다. `1"이면 된다. 다음에는 그대로 스위치를 수동으로 한다. 8번핀은 `0"이 될 것이다.

또 IC3과 4의 1번, 2번, 13번 핀을 같은 식으로 체크한다. 어느 핀이나 자동인 때는 `1" 수동인 때에 `0"이면 되는 것이다. 또 IC3과 4의 4번핀을 체크한다. 여기에는 제어신호를 NOT에 통한 신호가 출력되고 있기 때문에, 자동 때에 `0", 수동 때에 `1"이 나오면 된다. 이것으로 제어신호는 정상임을 알았으니, 스위치를 자동으로 해 둔다.

그리고 게이트 전환회로의 출력을 체크한다. IC2의 6번 핀에서 클럭 펄스가 출력되고 있는지 확인해 두고, IC3과 4의 11번과 8번 핀을 체크한다. IC2의 6번 핀과 같은 클럭 펄스가 출력되고 있으면 된다.

〔그림 7〕



SN74145(N) 톱뷰

O.C. BCD to DECIMAL Decoder/Driver

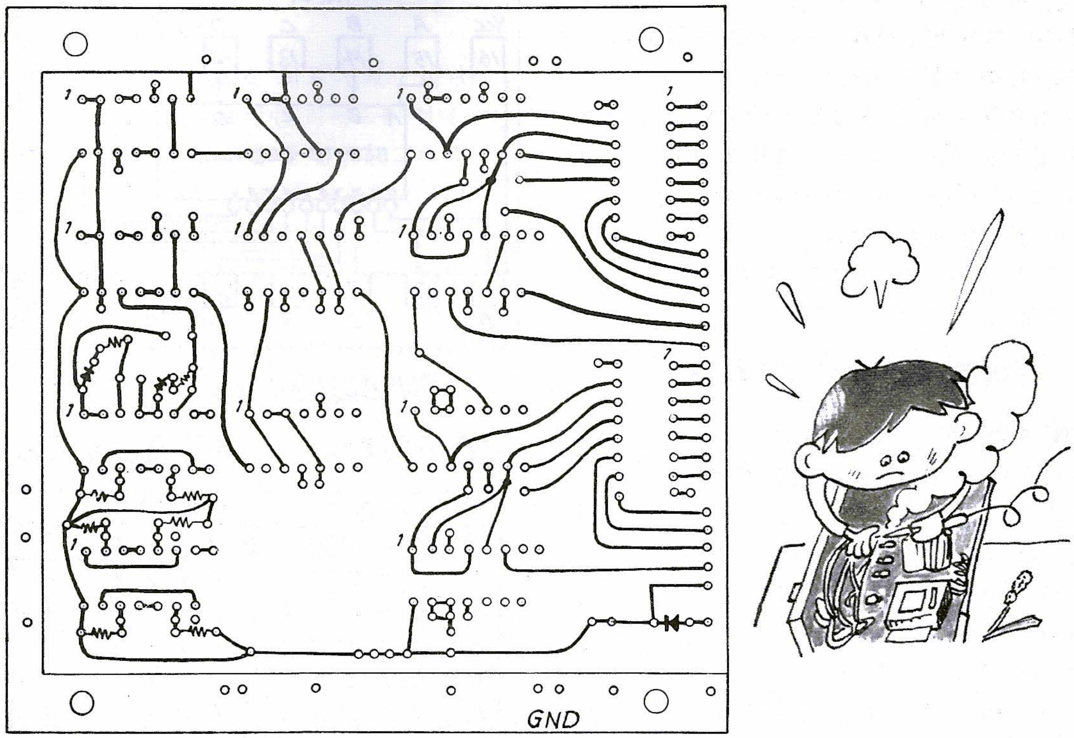
NO	INPUTS				OUTPUTS									
	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
4	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
5	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
6	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
7	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
8	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
9	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
INVALID	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

다음에 IC3과 4의 6번 핀의 체크를 한다. 자동일 때는 언제나 `1"일 것이다. 거기서 전환 스위치를 수동으로 한다. 수동의 펄스 발생 스위치를 끄떡끄떡 흔들면서, IC3과 4의 6번핀을 체크한다. 수동의 클럭 펄스가 나오고 있으면 된다. 이 때 IC3과 4의 11번핀은 항상 `1"이다. 여기서 게이트 전환회로까지 체크가 되었다. 참고로 그림 8과 그림 9에 프린트기판에 의한 배선의 예를 보였다.

□ 조합 카운터 회로(IC5, 6, 7)

SN7493(A)의 16진 카운터와 **SN7420(N)**

〔그림 8〕 프린트기판에 의한 배선의 예 (뒤)



기판의 밑면

※1은 1번핀을 나타낸다

의 4입력 NAND에 의한 의사난수 발생 회로이다. 이 회로에서 주의하지 않으면 안되는 것은, IC5와 6의 Q_A 출력을 반드시 인풋 B단자에 접속할 것과 2번, 3번핀을 GND에 접속하고 ˋ0″ 레벨로 하는 것이다.

또 이 IC는 다른 IC와 달라, 전원단자가 5번핀 Vcc 5(V), 10번핀 GNDO(V)로 되어 있다. IC는 전원의 오배선으로서 파괴되는 일이 가장 많기 때문에 주의한다.

카운터 출력의 조합은 밖으로 도는 회로인 IC5는 Q_A와 Q_D, 안으로 도는 회로인 IC6은 Q_A와 Q_B로 했다.

그럼 이제 배선을 한다. 게이트 전환 회로의 IC3의 8번핀에서 클럭 펄스를, IC5의 인풋 A 14번핀에 넣고, IC5의 12번, 11번핀을 IC7의 12번, 13번핀에 결선한다. 한편 IC6에는 IC4의 8번핀에서 클럭 펄스를 14번핀에 입력하고, 12번, 9번핀을 IC7의 1번, 2번핀과 결선한다. 여기서 조합 카운터 회로의 동작 체크를 한다. IC5와 6의 전원을 체크한다. 5번핀이 ˋ1″, 10번핀이 ˋ0″이면 된다.

IC는 14번핀이 ˋ1″, 7번핀이 ˋ0″이면 되기 때문에 IC7의 4번, 5번, 9번, 10번 핀을 일시 ˋ1″ 레벨로 하도록 임시 배선을 한다.

또 자동과 수동의 전환 스위치는 자동쪽으로 하여 IC5와 6의 14번핀에, 클럭 펄스가 와 있는지 확인한다. 마찬가지로 IC7의 1번, 2번, 12번, 13번에 클럭 펄스가 나와 있는지 체크한다. 클럭 펄스가 나와 있으면 다시 IC7의 6번, 8번핀에서, 클럭 펄스가 나오는지 어떤지 체크한다.

다음에는 IC7의 4번, 10번핀을 ˋ0″ 레벨로 하여 6번, 8번핀이 항상 ˋ1″이 되는지 체크한다. 항상 ˋ1″이면 4번, 10번을 ˋ1″로 하고, 5번, 9번을 ˋ0″ 레벨로 하고, 마찬가지로 6번, 8번핀이 항상 ˋ1″이 되는지 확인한다.

□ 카운터회로와 리세트스위치 (IC9, 11)

SN7493(A) 16진 카운터의 배선상의 주의는

조합 카운터의 부분과 같지만, 2번, 3번 핀은 리세트 스위치 회로의 IC8의 11번 핀에 결선한다. IC8의 12번, 13번핀은 리세트 스위치와 IC7의 4번, 10번핀에 결선한다.

카운터 회로는 IC9와 10의 12번핀을 1번핀과 결선하고, IC7의 8번핀과 IC9의 14번핀, IC7의 6번핀과 IC 11의 14번핀을 결선한다.

그리하여 카운터 회로의 동작 체크를 한다. 동작 체크를 위해서 일시 IC7의 5번, 9번 핀을 `1" 레벨에 임시로 배선한다. 전원을 넣고 IC9와 11의 5번핀과 IC8의 14번핀이 `1", IC9와 11의 10번핀과 IC8의 7번핀이 `0"인가를 확인한다.

다음에는 자동과 수동의 전환 스위치를 자동쪽으로 세트하고, 리세트 스위치를 넣고, 회로를 리세트한다. 그리고 IC9와 11의 2번, 3번핀이 `1"인지 체크한다. 또 IC9와 11의 14번핀을 체크한다. 항상 `1"이면 된다. 또 IC9와 11의 1번, 8번, 11번, 12번을 체크한다. 모두 `0"이면 된다.

다음에는 리세트 스위치를 OFF하여 회로를 동작시킨다. IC9와 11의 2번, 3번이 `0"으로 복귀해 있는지 확인하고 14번핀을 체크한다. 클럭 펄스가 나와 있을 것이다. 여기까지 틀림 없으면 IC9와 11의 출력을 체크한다. 12번, 9번, 8번, 11번의 차례로 출력을 체크한다. 차츰 주기가 길어지지만, 클럭 펄스가 출력될 것이다.

SN7493(A)의 타임 차트를 보면 왜 Q_A보다 Q_D가 1주기가 길어지는지 알 수 있다.

이것으로 카운터 회로까지는 완전하다.

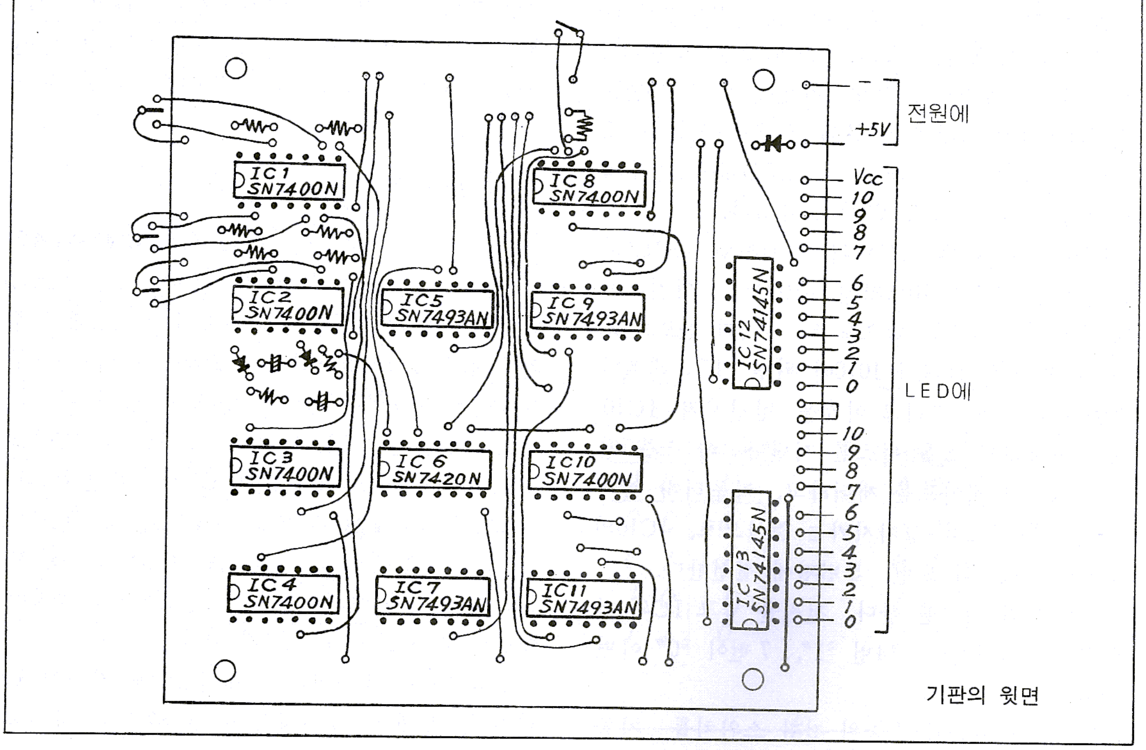
□ 스톱 펄스 발생회로와 골인 표시회로(IC8, 10)

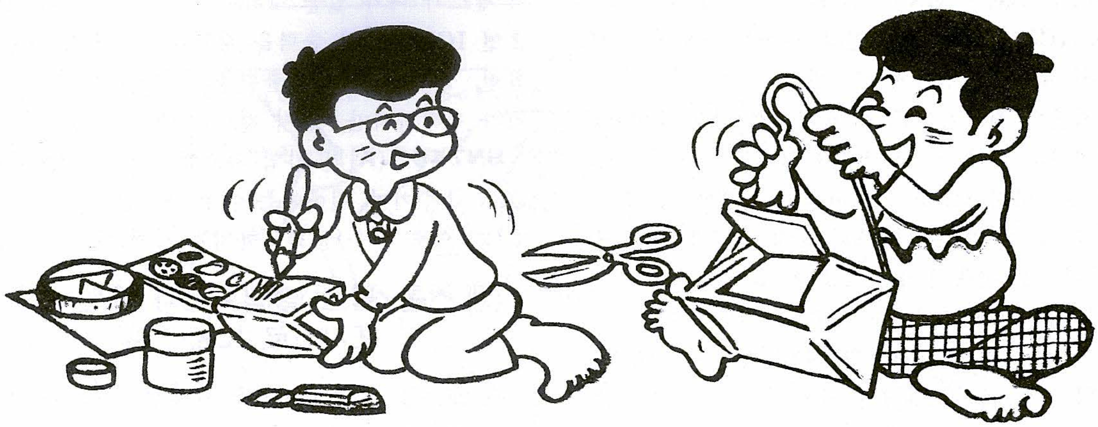
이 회로는 카운터 회로가 16진인데 대하여 디코더 IC가 0부터 9까지 밖에 디코더되지 않기 때문에, 이것을 보충하기 위해서와 게임의 종료 표시와 자동정지 동작을 하게 하기 위해서 필요한 회로이다.

여기서 이 스톱 펄스의 기본이 되는 신호를 어디서 취할 것인지 생각해 보자.

본 회로에서 사용한 디코더는 0에서 9까지의 디코드 밖에 할 수 없다. 이것을 입력의 2진수로 나타내면, 카운터의 출력 Q_D, Q_C, Q_B, Q_A가 0000에서 1001까지는 디코드되지만, 1010이

〔그림 9〕 프린트기판에 의한 배선의 예(앞)





되면 출력단자가 없기 때문에 표시되지 않게 된다. 그래서 이 1010 신호가 나오면 레이스는 끝나고, 1010 신호에 의하여 골인 표시를 시키면 되게 된다.

또 회로는 **SN7400(N)**의 NAND 4개로 스톱 펄스를 만들고, 안으로 도는 것과 밖으로 도는 것으로 각각 NAND 1개로 골인 표시를 시킨다.

먼저 IC9와 11의 출력이 1010이 될 때 신호를 꺼내는 것이므로, 안으로 도는 것은 9번핀의 Q_B와 11번핀의 Q_D를, IC10, 밖으로 도는 것은 IC 8의 1번, 4번핀을 2번, 5번에 각각 결선한다. IC8의 6번핀과 IC10의 3번핀은 골인 표시용의 LED에 접속한다. 이 LED에는 전류제한 저항을 통한 V_{cc}5(V)가 공급된다.

IC8의 3번핀을 IC10의 9번핀에, IC10의 6번핀을 IC10의 10번핀에 결선한다. 이것으로 IC10의 8번핀에는 밖으로 도는 것과 안으로 도는 것 중 어느 하나가 1010이 되면 "1" 레벨이 검출되게 된다. 그리고 이것을 반전시켜 IC10의 11번핀에서 스톱 펄스를 꺼낸다. 이 스톱 펄스로 IC7의 게이트를 제어하고, 카운터에 들어가는 클럭 펄스를 정지시키는 것이므로, IC10의 11번핀을 IC7의 9번, 5번핀에 결선한다.

그럼 동작 체크를 한다. 전원을 넣고 IC의 전원단자를 체크한다. 14번 "1", 7번이 "0" 이면 좋다.

다음에는 자동과 수동의 전환 스위치를 자동쪽으로 세트한다. 그리하여 리세트 스위치를 넣고 회로를 세트한다. 이 상태로 다음의 체크를 한다. IC10의 11번핀이 "1", IC8의 6번핀과 IC10의 3번핀이 "1", IC10의 9번, 10번 핀이 "1"이다. 이와 같이 모든 체크가 끝났으면 리세트 스위치를 OFF하여 동작상태로 한다.

이대로 30초 내지 1분간 놓아 두면, 안으로 도는 것이나 밖으로 도는 것 중 어느 한쪽의 골인 표시용 LED가 점등하기 때문에, LED가 점등한 쪽의 카운터 출력을 체크한다. 11번이 "1", 8번이 "0", 9번이 "1", 12번이 "0"이면 된다. 다음에 IC10의 11번핀을 체크한다. "0"이 되어 있을 것이다.

□ 표시회로(IC12, 13)

최종의 회로이다. 이 표시회로는 **SN74145(N)**라는 오픈 컬렉터 출력의 10진 출력 디코더와 LED에 의하여 구성되어 있다. 이 IC에서 주의할 점은 오픈 컬렉터식의 출력이기 때문에 전류제한용의 저항을 통하여 반드시 출력 단자를 V_{cc}5(V)에 접속하는 것이다. 또 16핀의 IC이므로 전원단자는 V_{cc}가 16번핀, GND가 8번핀이다.

또 IC12와 13의 입력단자 A, B, C, D는 각각 카운터 출력의 Q_A, Q_B, Q_C, Q_D와 결선하고, 틀리지 않도록 주의한다. 이것을 틀리면 동작이 엉망이 되어 표시가 틀리게 된다.

출력단자는 1번핀에서 6번핀으로 건너뛴 11번까지, 0에서 9까지의 10진 출력이 차례로

나온다. 여기에 LED의 부극측을 결선해 가는데 리드선이 길어지기 때문에 차례를 틀리지 않도록 주의한다.

배선이 끝나면 다음에는 동작 체크를 한다. 전원을 넣고 16번핀이 `1", 8번핀이 `0", 전류제한 저항의 LED측이 `1"인지 확인한다. 이것으로 전체회로의 배선이 끝났다. 그럼 회로를 동작시켜 보자.

처음에 전원을 넣고 리세트 스위치를 넣어 회로를 리세트한다. 스타트 포인트의 LED가 안으로 도는 것이나 밖으로 도는 것이 모두 점등해 있다. 여기서 클럭 펄스를 자동으로 하여, 리세트 스위치를 OFF한다. 드디어 레이스의 개시다. 2마리의 말을 표시하는 LED의 빛이 앞질렀다 뒤로 쳐졌다 하면서 레이스를 하여 한쪽이 골하면 동작이 정지될 것이다.

다음에는 자동과 수동의 전환스위치를 수동으로 하여, 리세트를 걸고 다시 스타트시킨다. 두 사람이 함께 수동 펄스 스위치를 흔들어,말을 경쟁시킨다. 빨리 흔들면 말의 속도는 점차 빨라지지만, 조합 카운터가 들어 있기 때문에, 어느 쪽이 이기는지 최후까지 모른다.

이것으로 경마 게임은 만들어졌다. 말의 수가 부족하다고 생각되면, 회로를 증가시킨다든가, 다음에 소개하는 의사 랜덤 펄스 회로를 개량하여 추가한다.

□ 의사 랜덤 펄스 발생회로

조합 카운터 회로에서는 **SN7493**의 Q_A에서 Q_D의 출력을 조합시켜 의사난수를 발생시켰지만, 이 회로에서는 도저히 의사난수를 발생하고 있다고는 할 수 없다. 그래서 보다 주기성이 없는 의사난수를 만드는 회로를 **그림 11**에 소개한다.

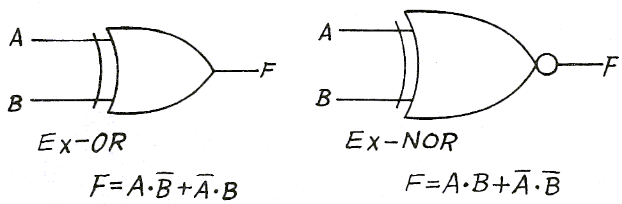
이 회로는 1대로 현재의 조합 카운터 회로와 바꾸어 넣을 수 있으므로, 경주에 나가는 말의 수를 늘릴 때나 게임을 보다 재미 있게 할 때에 시험해 보기 바란다.

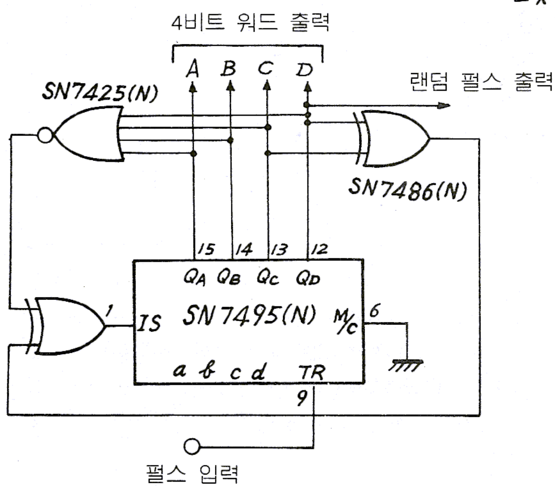
사용하는 로직 IC는 EX-OR의 **SN7486(N)**, NOR의 **SN7425(N)**, 4비트 패러렐, 액세스, 시프트 레지스터, 즉 4개의 2진 병렬입력을 가진 시프트 레지스터인 **SN7495(N)**의 3종류의 로직 IC이다.

EX-OR의 동작은 A, B 2개의 입력에 대하여 출력이 $F=A\overline{B}+\overline{A}B$의 식으로 표시되는 로직 동작을 한다. 진리표가 **그림 11**에 나와 있으므로 참고하기 바란다.

회로로서는 시프트 레지스터 IC에 클럭 펄스를 넣고, 출력인 Q_A에서 Q_D를 EX-OR로, 입력

〔그림 11〕 랜덤 펄스 발생회로





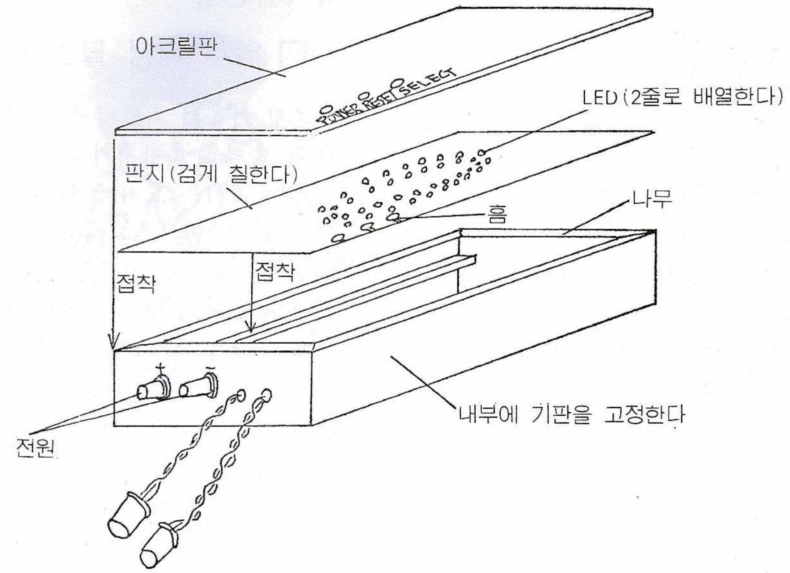
Ex-OR의 진리표

input A	input B	output F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ex-NOR의 진리표

input A	input B	output F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

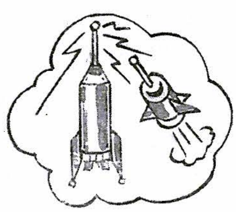
〔그림 12〕 케이스의 그림



에 피드백하는 방식을 취하고 있다. 그러나, 이 회로에서는 출력이 모두 '0"이 되었을 때, 동작이 정지되어 버리기 때문에 그럴 때는 NOR와 입력의 EX-OR로 '1"을 직렬 입력하도록 되어 있다. 또 의사난수이기 때문에 모드라고 불리는 주기성을 갖지만, 피드백용의 EX-OR의 입력을 바꾸어 짬으로써 이 모드도 바꿀 수 있다.

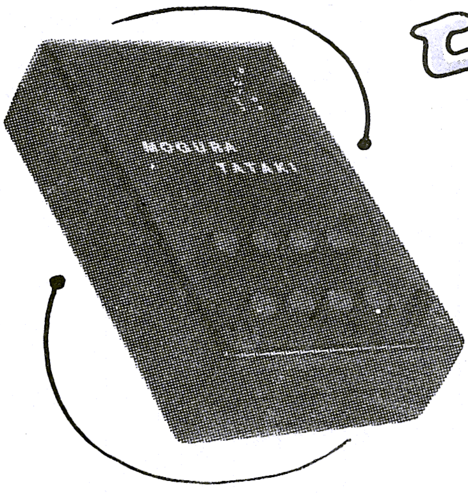
의사난수의 출력은 4 비트 워드 출력으로서 꺼내지고, 이것으로 디코드하면 된다. 경마 게임에 사용하는 랜덤 펄스는 Q_A에서 Q_D의 어느 출력에서나 꺼낼 수가 있다.

이상으로 의사난수 발생회로의 설명이 끝났는데, 이 회로를 조립하면 8마리를 세운 레이스도 할 수 있고, 여러 사람이 함께 게임을 즐길 수도 있으므로, 학교의 작품전시회 등에 만들어 내어도 좋을 것이다. 끝으로 경마 게임의 회로를 넣을 케이스를 **그림 12**에 나타내었으니 제작에 참고하기 바란다.



부 품 표

IC(TTL-IC)	총 13
SN7400(N)	6
SN7420(N)	1
SN7493A(N)	4
SN74145(N)	2
저항 (1/8W~1/4W)	총13
250Ω	4
1.2kΩ	2
콘덴서 100μF/6V	2
다이오드 **10D1** (500mA 이상의 정류용)	1
LED **TLR104**	22
스위치 1회로 2접점	1
전원단자	





디지틀 게임 두더지 맞히기

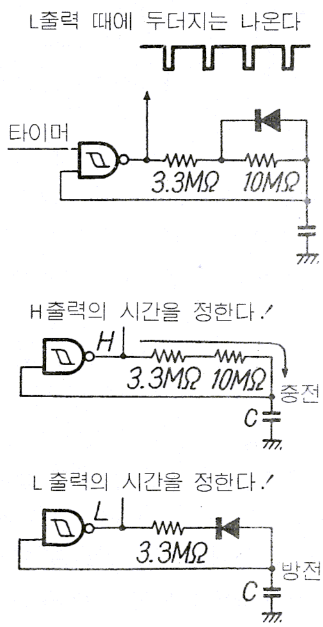
일정한 시간마다 나왔다 숨었다 하는 두더지지만, 잡히지 않도록 어느 구멍에서 나오는지 전혀 알 수 없게 되어 있다. 두더지는 나올 때는 뿌우 하고 소리를 내면서 나오지만, 계속 그렇게 나와 있으면 잡히기 때문에 잽싸게 숨어 버린다. 만일 용케도 두더지를 때려 맞히면 삐이 하고 울면서 숨는다. 상당히 맞히기 어려운 두더지이다. 타이머로 일정시간 중에 약 40~50회 두더지가 나오는데, 몇번 맞힐 수 있는지 도전해 보자.

□ 회로에 대하여

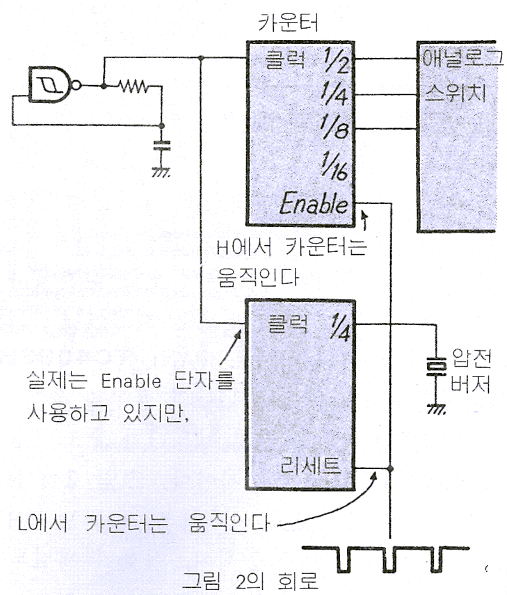
그림 1이 본기의 회로도이다. 4개의 IC로 동작한다. 두더지는 어떻게 해서 잽싸게 나오는지 이야기한다.

그림 2와 같이 시미트 NAND(낸드) 게이트 **TC4093BP**를 이용한 발진회로로 낮은 속도로 발진시키는데, 발진주파수를 결정하고 있는 저항의 하나에 다이오드가 병렬로 들어 있기 때문에 콘덴서를 충전할 때와 방전할 때는 저항값이

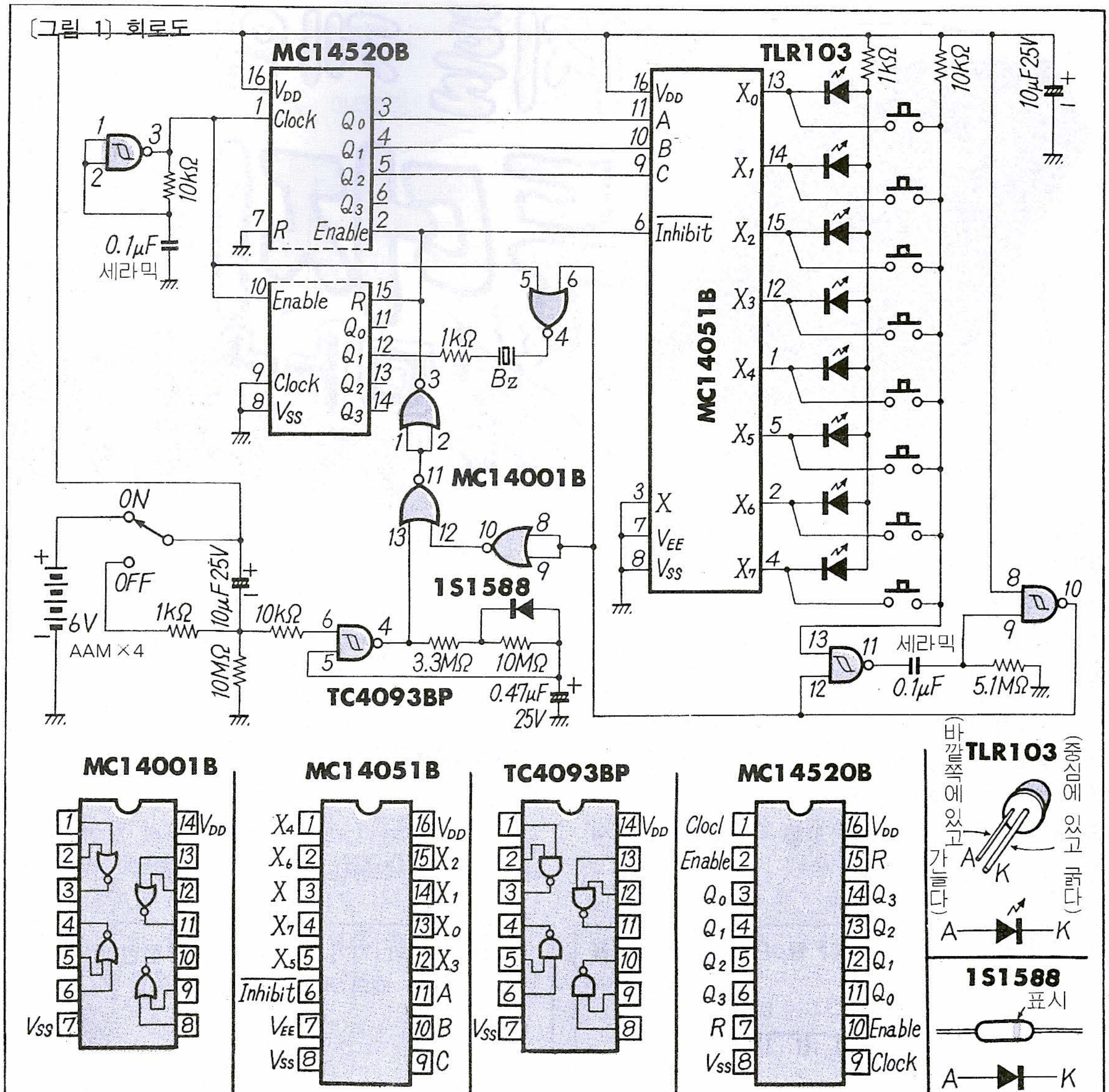
〔그림 2〕 두더지가 나왔다 들어갔다 하는 콘트롤



〔그림 3〕 두더지가 나오는 장소를 정한다 (나올 때의 우는 소리도)



〔그림 1〕 회로도



달라 발진출력의 H와 L의 시간(듀티라 부른다)이 다르다. 두더지는 H출력 때는 없다가 L출력 때 나오게 되어 있기 때문에 잽싸게 나왔다가 이내 숨어 버리는 것 같이 보이는 것이다.

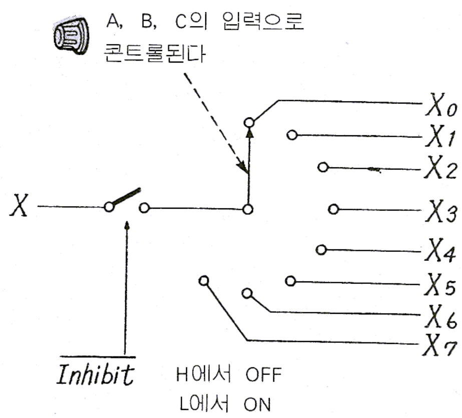
이번에는 두더지가 나오는 장소를 콘트롤하는 동시에 울음소리를 만들어 내는 회로이다. **그림 3**과 같이, 앞서의 시미트 NAND **TC4093BP**의 하나를 사용하여 약 1kHz의 발진을 한다. 그 출력으로 2진법 4자리의 카운터가 2조 들어 있는 **MC14520B**를 움직인다. **그림 2**가 H출력 때 카운터의 Enable(이네이블) 단자도 H가 되기 때문에 카운터는 움직여, 다음의 애널로그 스위치로 출력을 바꾼다.

이 출력으로 두더지가 나오는 장소를 정한다. 한쪽의 카운터는 리세트 단자가 L가 되면 카운터가 움직이기 때문에 1kHz의 1/4의 출력인 약 250Hz가 압전 버저에 접속되기 때문에 뿌우 하고 운다.

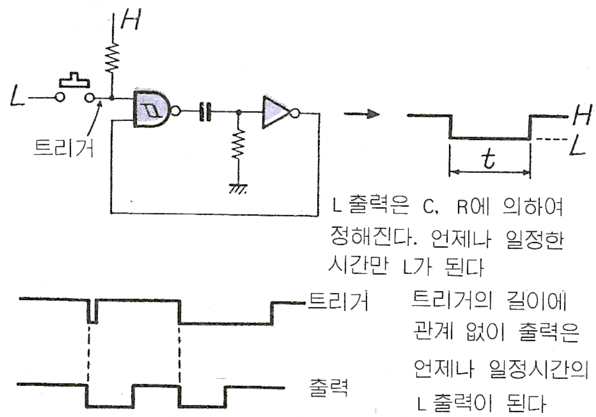
이와 같이 두더지가 보이지 않을 때 나올 장소를 정해 준다.

카운터의 출력은 애널로그 스위치 IC의 **MC14051B**를 콘트롤한다. **그림 4**와 같이 안은 8접점의 로터리 스위치와 하나의 스위치와 같은 구조인데, 이것을 전자적으로 하고 있다. 본기에서는 X단자가 0V가 되도록 이어져 있기 때문에 선택된 X_0~X_7의 어느 한 출력이 L가 되고,

〔그림 4〕 **MC14051B** 애널로그 스위치의 동작



〔그림 5〕 단안정 멀티 바이브레이터



발광 다이오드를 점등시킨다. $\overline{\text{Inhibit}}$ (인히비트 : 선택한다는 뜻)가 L일 때만 스위치가 ON이 되기 때문에 **그림 2**나 **그림 3**과 함께 생각하면, **그림 2**의 발진회로가 L출력 때 발광 다이오드가 점등하여 두더지가 나오는 것을 알 수 있다.

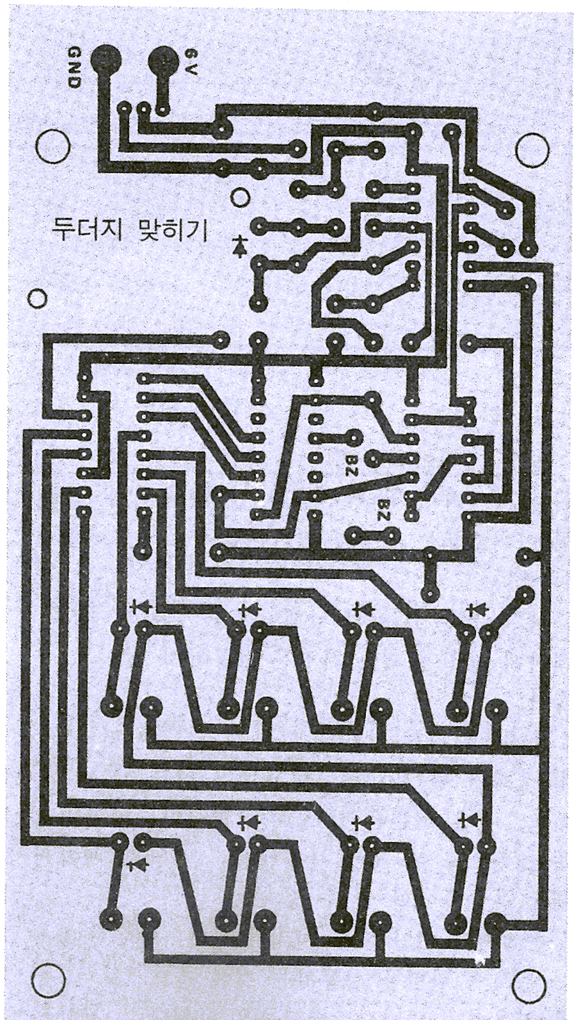
이번에는 두더지를 때리는 회로이다. 만일 두더지가 나와 있으면 애널로그 스위치의 X_0~X_7의 어느 것이 L출력이기 때문에, 그 출력에 접속되어 있는 스위치를 누르면 L가 된다. 그 출력으로 **그림 5**와 같이 타이머회로를 스타트시킨다.

이 L출력은 게이트를 통하여 애널로그 스위치의 $\overline{\text{Inhibit}}$를 H로 하기 때문에 두더지는 사라진다. 그와 동시에 역시 OR(오어) 게이트를 콘트롤하여 카운터에 대한 발진출력 1kHz를 전자 버저로 보내고, 삐이 하고 울리게 하는 것이다.

본기의 회로는 두더지의 우는 소리를 바꾸기 위해서 카운터의 출력을 잘 전환시킴으로써 콘덴서나 저항을 매우 적게 하고 있다.

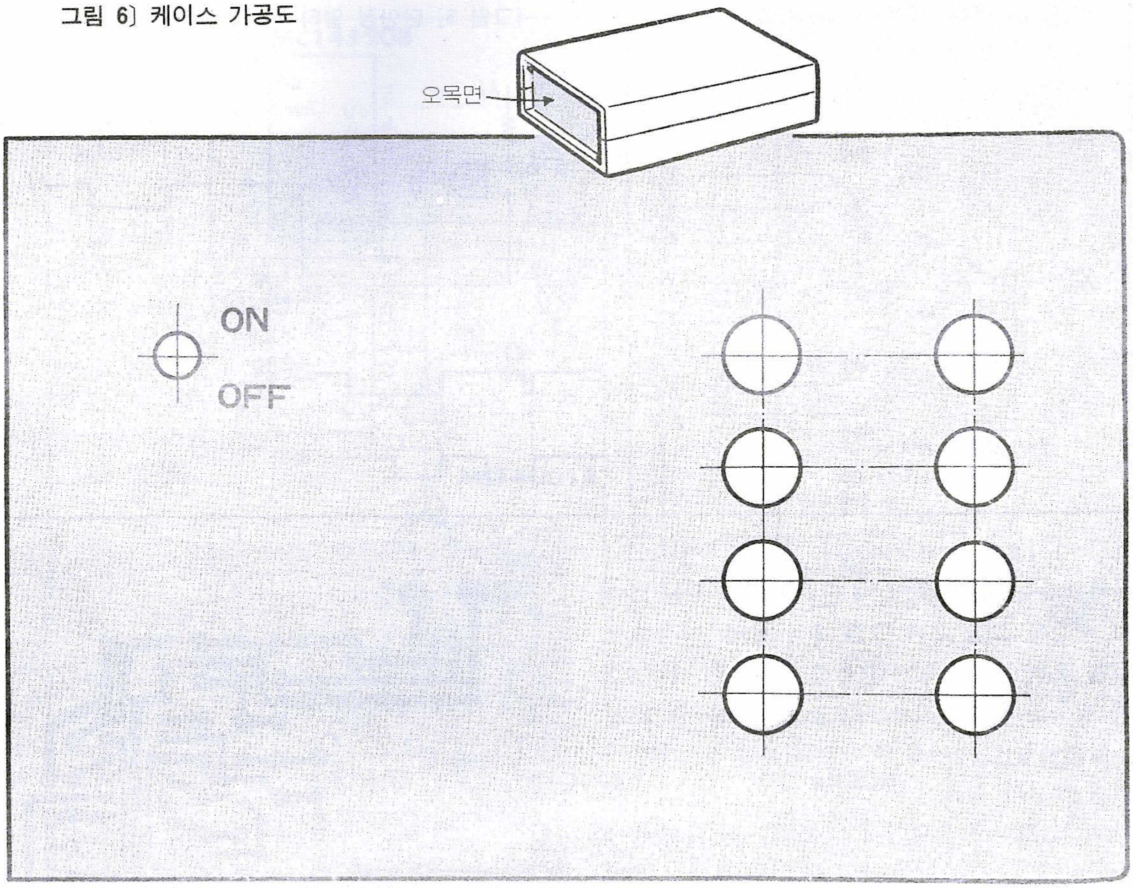
□ 부품에 대하여

시미트 NAND 게이트에는 **TC4093BP** 밖에 쓸 수 없다. 같은 시미트 NAND라도 **MC14093B** 등을 사용하면 게임의 처음과 끝에 있어서는 두더지의 움직이는 식이 달라진다. 아무래도 **TC4093BP**를 입수하지 못할 때는 대용해도 되지만, 입수할 때까지의 핀치 히터라고 생각하기 바란다. 다른 IC는 어느 메이커의 IC라



프린트 패턴(원치수)

그림 6] 케이스 가공도



도 상관 없다.

발광 다이오드는 밝기나 고정시켰을 때의 높이를 생각하면 **TLR103**이 안성마춤이다. 실리콘 다이오드는 소형의 실리콘 다이오드면 아무거나 좋다.

IC 소켓은 IC용의 납땜인두를 가지고 있고, 제작에 자신이 있는 사람은 사용하지 않아도 괜찮다.

푸시스위치는 기판에 맞는 빨간 것이면 가장 잘 조화가 될 것이다. 흰 버튼은 너무 눈에 뜨이고, 검은 버튼은 잘 보이지 않는다. 압전버저는 소형으로 된 것을 사용한다. 그 밖의 메이커제도 동등품이면 쓸 수 있다.

콘덴서의 내압은 꼭 지켜야 한다. 전해 콘덴서는 되도록 탄탈을 사용하는 것이 좋으므로 신품을 사용하기 바란다. 중고품은 안된다. 저항은 값이 델리킷하기 때문에 규격을 지켜야 한다.

전원 스위치도 여기서는 기판에 직접 고정시킬 수 있는 형으로 했다.

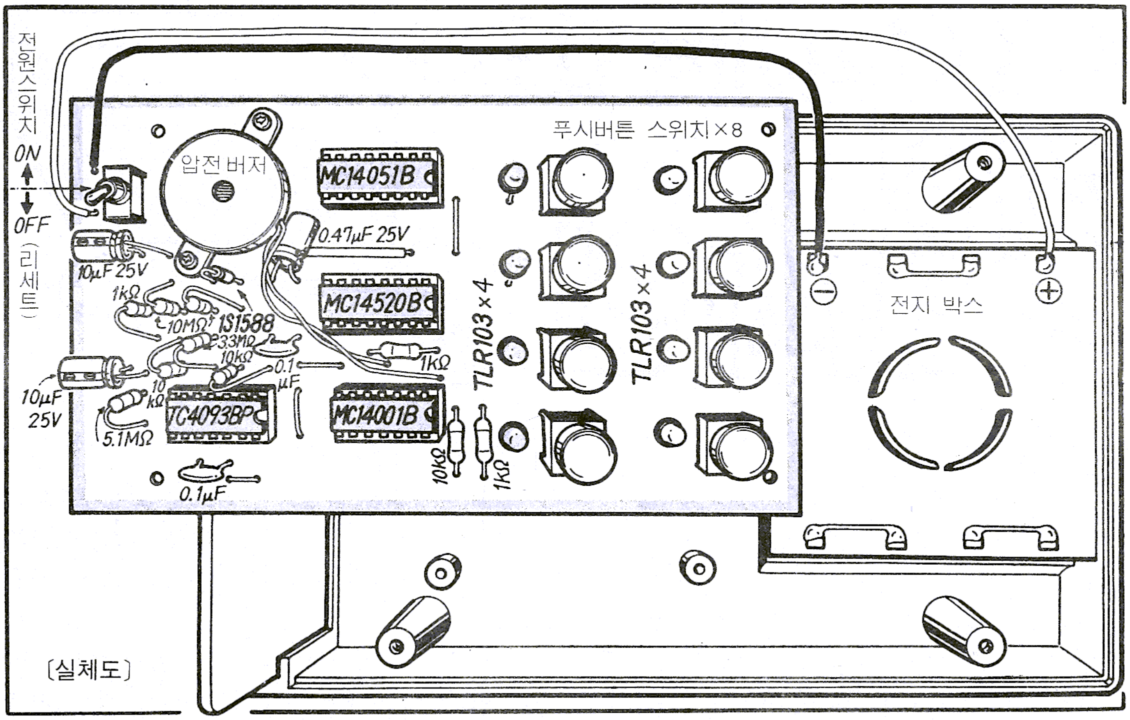
□ 제작에 대하여

먼저 프린트기판부터 만든다. 다음에는 케이스의 구멍뚫기인데, **그림 6**과 같이 뚫는다. 케이스는 아크릴과 달라 부드럽기 때문에 흠이 나지 않도록 주의해서 가공한다. 아크릴처럼 깨어질 염려는 적지만, 무리한 힘을 가하지 말고 조금씩 천천히 한다.

기판 위의 배선은 극성이 있는 부품은 주의한다. IC 소켓, 저항이나 콘덴서, 발광 다이오드, 압전버저, 끝으로 스위치의 순으로 고정하면 공작하기가 좋다.

코드류는 기판에 납땜해 둔 다음, 기판을 케이스에 5 mm 길이의 스페이서와 3×10의 비스로 고정시킨다. 끝으로 전지 홀더의 단자를 납땜하면 된다.

완성되었으면 케이스의 전지 홀더에 새 건전지



를 세트하는데, 홀더에 전지의 방향이 마크되어 있기 때문에 틀리지 않게 넣는다. 만일 반대로 넣으면 IC가 파괴된다.

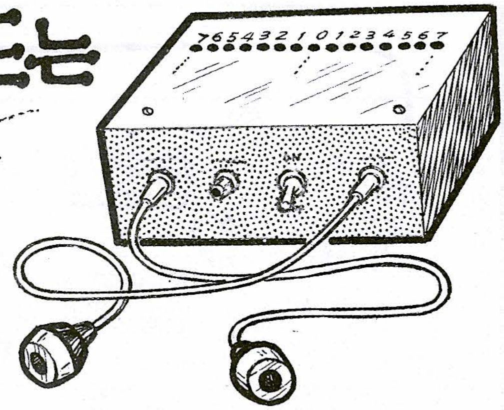
본기의 두더지는 눈으로 본 느낌으로는 느릿하고 별것 아닌 것 같지만, 실제로 플레이해 보면 여간 빠르지 않아, 좀 느린 사람은 쉽게 때려보기 어려운 드릴 있는 게임이다.

본기는 스위치 ON한 후 한참 있다가 두더지가 나온다. 약 1분 정도 플레이할 수 있다. 타이머로 시간이 지나면 두더지가 나오지 않게 되기 때문에 스위치를 한번 OFF한 다음 다시 ON하면 플레이할 수 있다. 전원 스위치가 리세트 스위치의 역할도 한다.

부 품 표

IC **MC14001B**	1	건전지 AAM(1.5V)	4
MC14051B	1	스페이서 5 mm 길이	2
TC4093BP	1	콘덴서 10μF 25V 전해	2
MC14520B	1	0.4μF 25V 전해	1
IC 소켓 14핀용	2	0.1μF 50V 세라믹	2
16핀용	2	저항 1kΩ(갈색·검정·빨강) 1/4W 5%	3
다이오드 **1S1588**	1	10kΩ (갈색·검정·주황) 1/4W 5%	3
발광 다이오드 **TLR103**	8	3.3MΩ(주황·주황·녹색) 〃	1
플라스틱 케이스	1	5.1MΩ(녹색·갈색·녹색) 〃	1
감광기판 1.6×150×100mm	1	10MΩ (갈색·검정·파랑) 〃	2
현상제	1	2φ×6 비스	2
스위치 2P 푸시스위치	8	3φ×10 비스	4
3P 토글스위치(PC 단자)	1	2φ너트	2
압전 버저 22φ	1	비닐선 좀 가는 것(빨강·검정)	각 20cm

IC 4개로 만드는 게임머시인



● 게임의 내용

게임의 표시에 15개의 발광 다이오우드를 사용했다. 게임을 시작하면 우선 처음에 중심의 발광 다이오우드가 점등하는데, 게임 상대방의 주먹 안(스위치, 버튼을 눌렀는지 안눌렀는지)을 자기의 초능력?으로 판단하여 자기의 스위치를 조작하는 것이다.

그리하여 자기의 판단이 이기면 발광 다이오우드의 점등이 상대방의 코오너로 이동하여, 상대방에 공격을 해 들어간다.

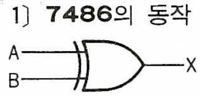
만일 상대방에게 지면 자기의 코오너에 발광 다이오우드의 점등이 이동하여 상대방의 공격에 몰려 들어간다.

그리하여 상대방이 자기 코오너의 최후의 발광 다이오우드가 켜지면 게임은 끝나고, 게임머신도 움직이지 않게 된다. 이것으로 1라운드가 끝난다.

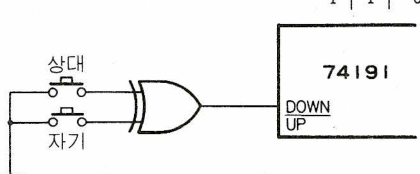
● 회로에 대하여

IC는 4개뿐인데, TTL-IC를 3개, C-MOS

〔그림 1〕 **7486**의 동작



입력 A	입력 B	출력 X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



1. 둘다 누르지 않는다…카운터는 업
2. 상대만 누르면… 카운터 다운
3. 자기만 누르면…카운터 다운
4. 둘다 누르면…카운터 업

IC를 1개 사용한다.

먼저 초능력을 판정하는 회로를 보면 〔그림 1〕과 같이, 7486이라는 배타논리합(익스클루시브 오어 : Exclusive OR)이라는 게이트 IC를 사용한다.

이 IC는 〔그림 1〕과 같이 재미있는 작용을 한다. 이 IC는 덧셈이나 뺄셈을 할 수 있는 회로도 짤 수 있기 때문에, IC 메이커에서는 논리연산소자의 하나로 발표하고 있다.

즉, 계산용의 IC인 것이다.

다음 달에 제작할 디지틀 주사위에 계산을 시키는 경우의 사용법을 말해 둔다.

이 **7486**을 〔그림 2〕와 같이 카운터 IC, **74191**과 조합시키는 것인데, 이 카운터는 업 다운 콘트롤 단자가 붙어 있어서, 이 단자가 L일 경우는 0→1→2와 같이, 보통의 카운터지만, H로 하면 15→14→13과 같이 거꾸로 다운카운트한다.

이것으로 두 사람의 스위치의 조합으로 카운터를 콘트롤하는 것을 알 수 있을 것이다.

이 카운터의 출력에 2진 코오드를 16진 코오드로 변환하는 **74154**를 접속한다.

그렇기 때문에 두 사람의 스위치 조합이 발광다이오우드의 점등을 이동시키는 것이다. 그런데 이 카운터에는 단자가 없다.

그럼 어떻게 0(제로)에 리세트하느냐가 문제인데 〔그림 2〕(b)와 같이 0을 프리세트해 준다.

좋아하는 수를 프리세트할 수 있는 작용을 응용하여 0으로 하는 것이다.

그런데 이번에는 표시가 7이나 9의 부분에 와서 게임이 완료되는 동시에 〔그림 3〕과 같이,

배타논리합(7486) 게이트의 한쪽 입력에만 L의 신호가 들어간다.

74191 카운터의 이네이블(ENABLE : 선택이란 뜻)에 H의 출력이 들어가기 때문에 카운터는 동작을 중지한다.

이렇게 되면 카운터의 출력은 언제까지나 변화하지 않기 때문에 표시도 변화하지 않는다.

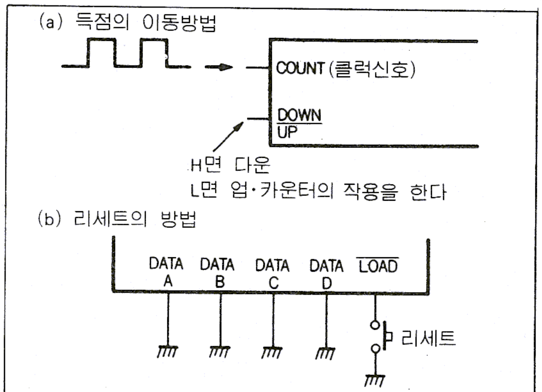
그래서 게임 완료의 데이터는 **74191** 카운터의 플립 플롭에 리세트하기까지 기억된 그대로이다.

C-MOS IC는 본기의 동작 속도를 정하는 클럭 발진기에 사용한다. 본기는 IC가 4개 뿐이지만 컴퓨우터와 같은 기능(동작)이 되어 있다.

① 입력회로(스위치가 2개)
② 기억회로(**74191**…카운터)
③ 연산회로(**7486**…게이트)
④ 출력회로(표시…발광 다이오우드)
⑤ 제어회로(클럭 발진회로와 **7486** 게이트)

이기 때문에 본기는 작지만, 컴퓨우터 게임이라고 말할 수 있다.

〔그림 4〕가 본기의 전체 회로도이다. 컴퓨우터 게임으로서는 너무 간단하다고 할까.



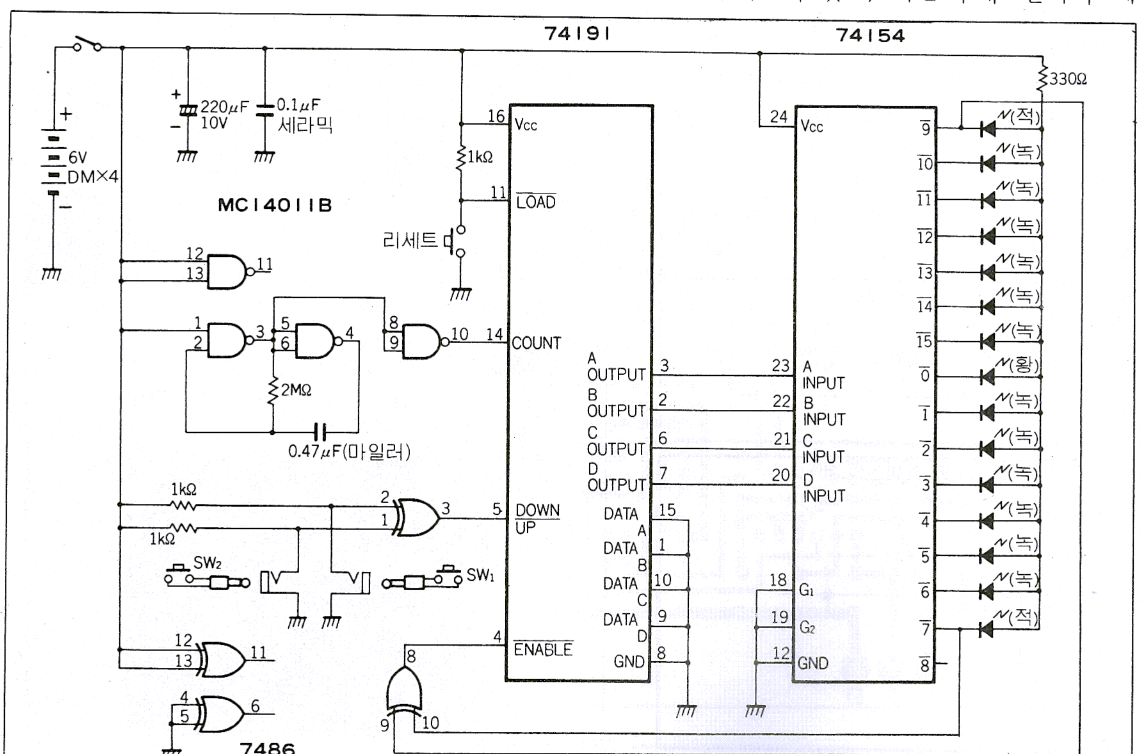
〔그림 2〕 본기에 사용한 카운터(**SN74191**)

● 제작에 대하여

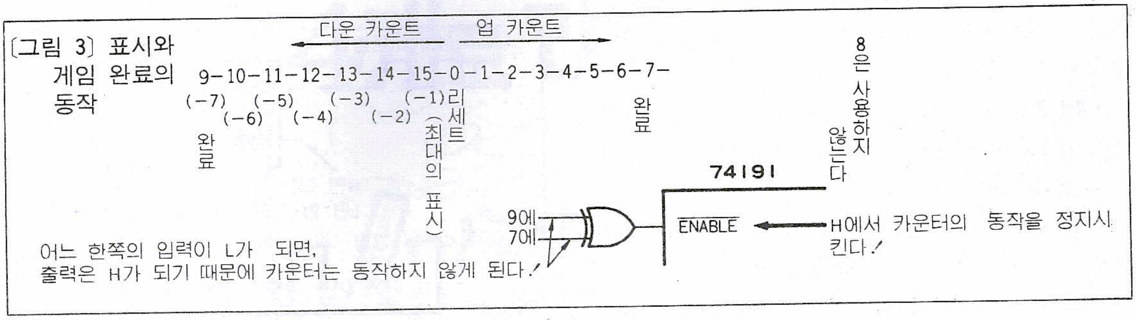
〔그림 5〕가 본기의 프린트 패턴이다. 배선을 깨끗하게 하려면 프린트 배선을 하는 것이 좋다.

기판만 되면 완성된 것과 같으므로, 힘이 조금 들더라도 충분히 시간을 들여 꼼꼼히 만든다.

〔그림 6〕이 케이스의 가공도이다. 여기서 사용한 케이스는 비닐의 코오팅이 되어 있었기 때문에 직접 케이스에 사인펜 등으로 표시해도 된다. 구멍뚫기가 끝났으면 비닐을 벗긴다. 그리고 중성세제로 깨끗이 씻고, 마른 후에 클리어 래



〔그림 4〕 본기의 회로도



[그림 3] 표시와 게임 완료의 동작

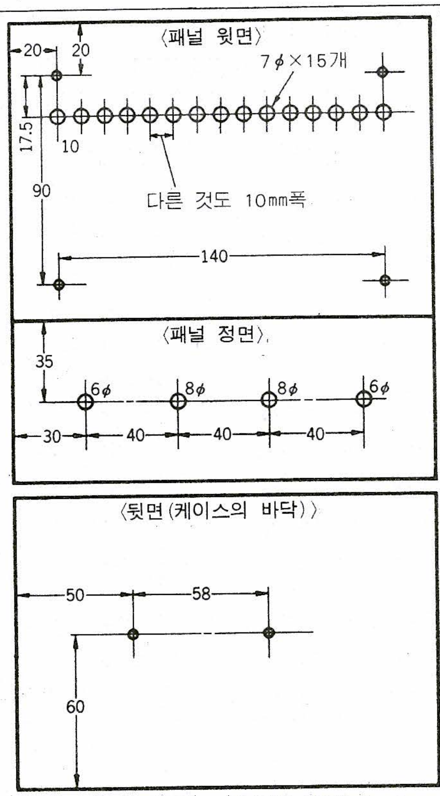
커 등으로 마무리하면 깨끗하다.

배선은 프린트 기판의 점퍼선부터 시작한다.

또 발광 다이오우드는 [그림 7]을 참고하여, 비닐 튜우브나 엠파이어 튜우브로 높이를 맞춘다. 그리고 전해 콘덴서는 옆으로 뉘어 둔다.

비닐선으로 배선할 때(배선에 열이 가해지면 오그라지는) 비닐 튜우브로 만들면 깨끗하다.

끝으로 케이스의 바닥에 고무 다리나 무엇을 붙인다. 필자는 고무 다리는 너무 높아 보기 흉할 것 같아서, 조각용의 고무판(리놀륨판이라고 하는 모양이다)을 문방구점에서 찾아 2 cm 각으로 잘라 양면 테이프로 붙였다. 이것으로 완성되었다.



[그림 6] 케이스 가공도(단위 : mm)

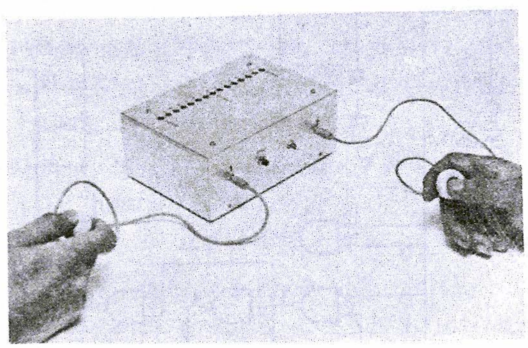
● 게임하는 법과 여러가지 게임에 응용하는 힌트

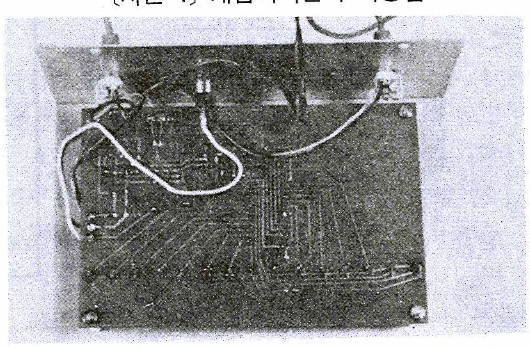
① 기본적인 플레이 요령

먼저 스위치를 넣고 RESET 스위치를 누르면 패널 중심의 노란색 발광 다이오우드가 점등한다.

2개의 플레이 스위치를 누르지 않고 있거나, 2개 다 누르면 왼쪽(스위치를 앞쪽으로 하여)으로 점차 점등이 옮아간다.

만일 어느 한쪽만 스위치가 눌러지면 이동 방향이 반대인 오른쪽으로 된다. 즉, 상대가 스위치를 눌렀는지 안눌렀는지를 육감으로 느껴, 자기의 스위치를 조작한다.


[사진 1] 게임머시인의 사용법


[사진 2] 본기 내부의 프린트 배선

발광 다이오우드의 점등이 최후의 빨간색까지 가면 스톱하기 때문에 게임이 성립된다. 공격을 당한 편이 진 것이다.

② 이번에는 반대로 플레이

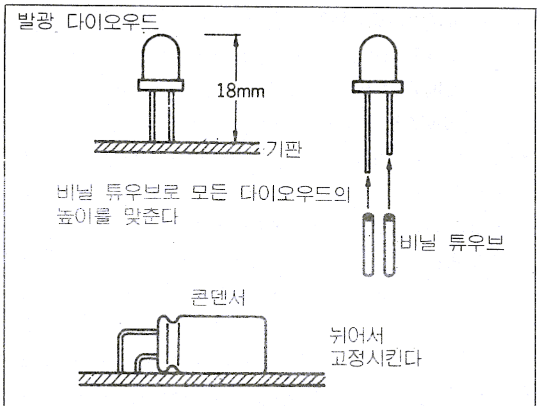
이 놀이는 여자 친구(혹은 누나)를 상대로 발광 다이오우드의 이동을 자기의 코오너로 끌어 들이는 것이다.

때로는 게임의 상대가 협력해 준다. 반대로 자기가 협력해 주는 것도 좋다. 또 상대를 리이그전식으로 차례로 바꾸어 게임을 하고, 어느 상대가 좋은 적수인가를 겨루는 것도 좋을 것이다.

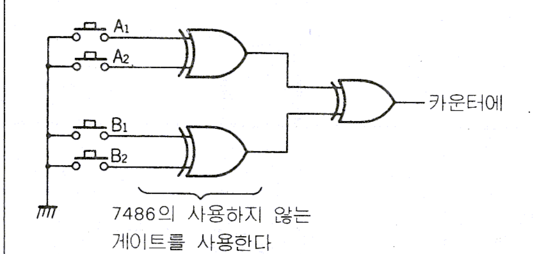
이 때는 두 사람의 타임을 재는데 시계가 있으면 더 좋다.

즉, 너와 나는 단짝이라는 것이다. 두 사람이 협력하여 한쪽으로 이동시키는 게임이다. 게임 방법의 설명은 끝났다.

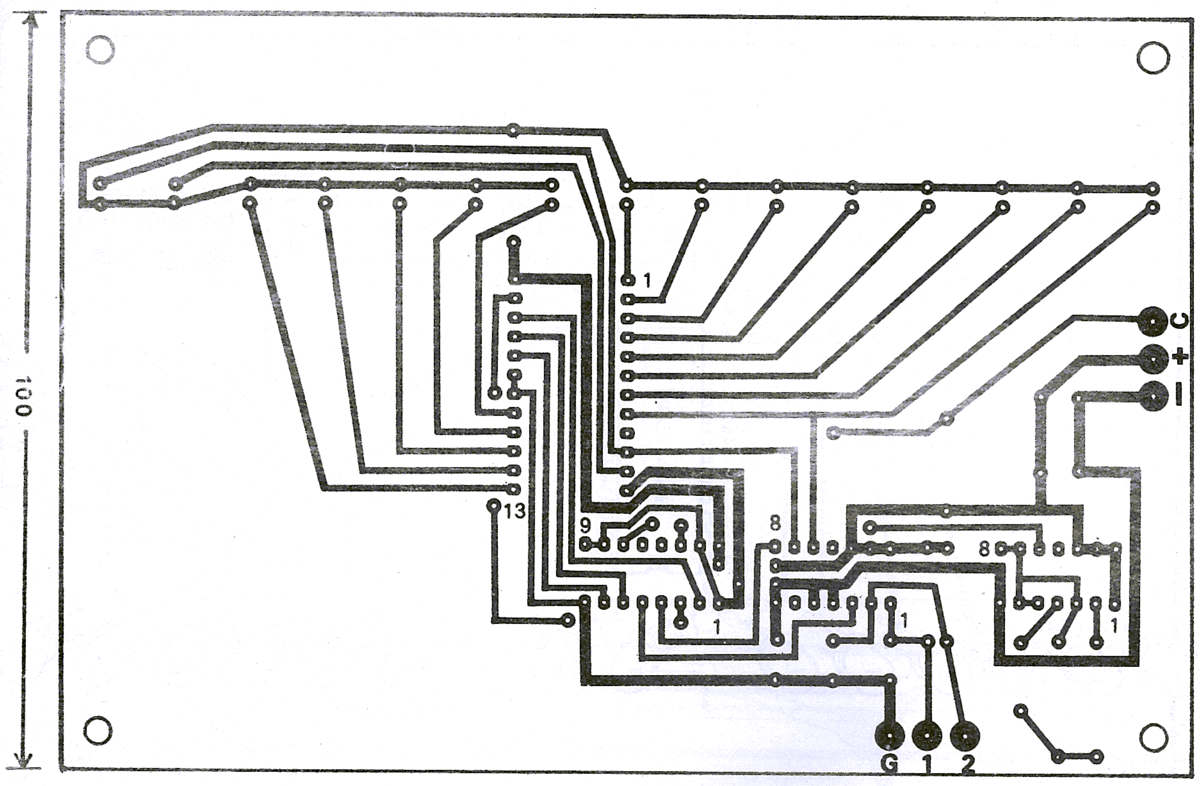
그리고 본기의 개량 방법으로서 〔그림 8〕과 같이, 사용하지 않는 **7486**의 게이트를 이용하는 것인데, 4인용으로서 두 사람대 두 사람의 태그 매치 게임을 즐길 수 있다.



〔그림 7〕 부품의 고정법



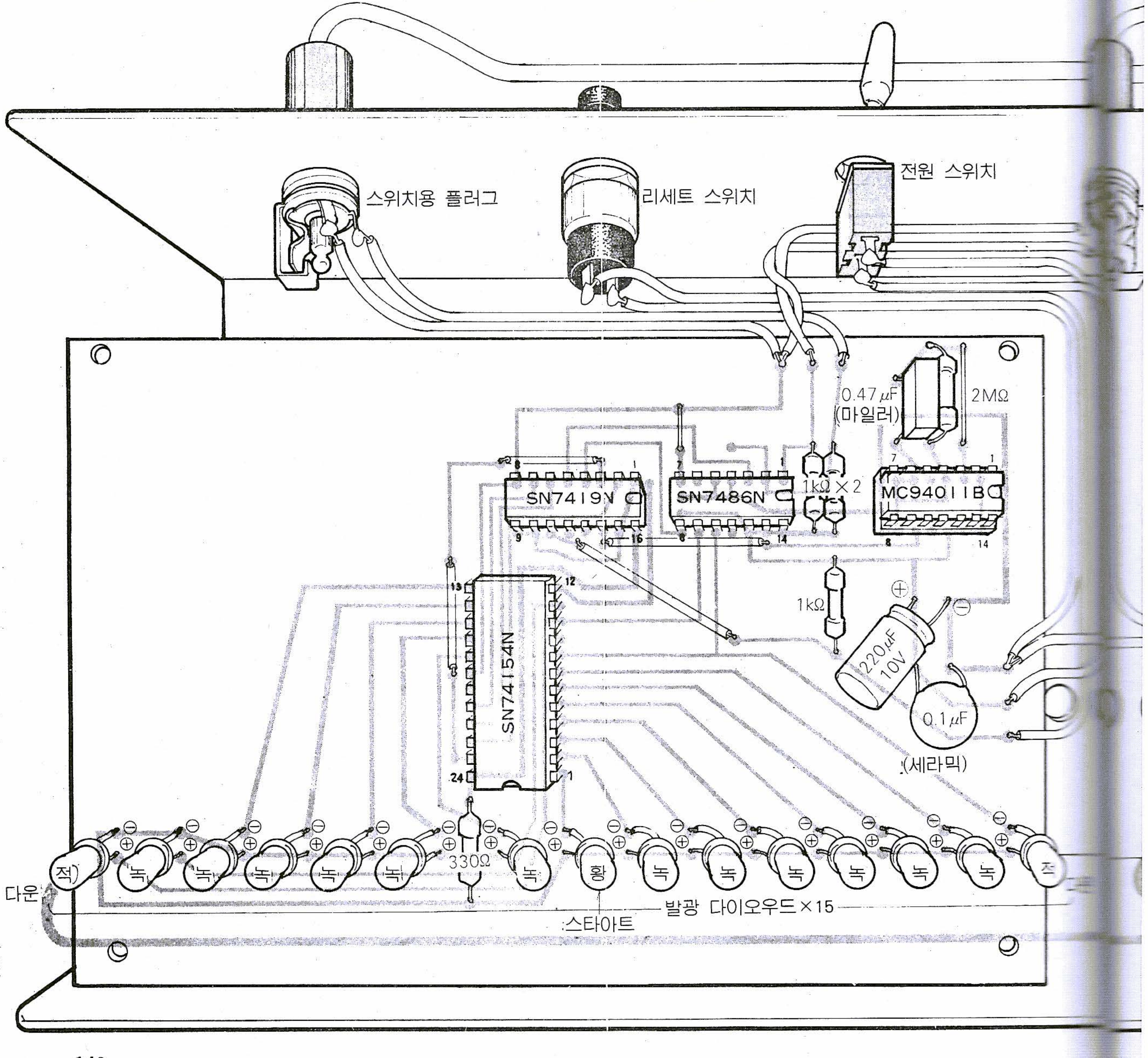
〔그림 8〕 태그 매치 회로

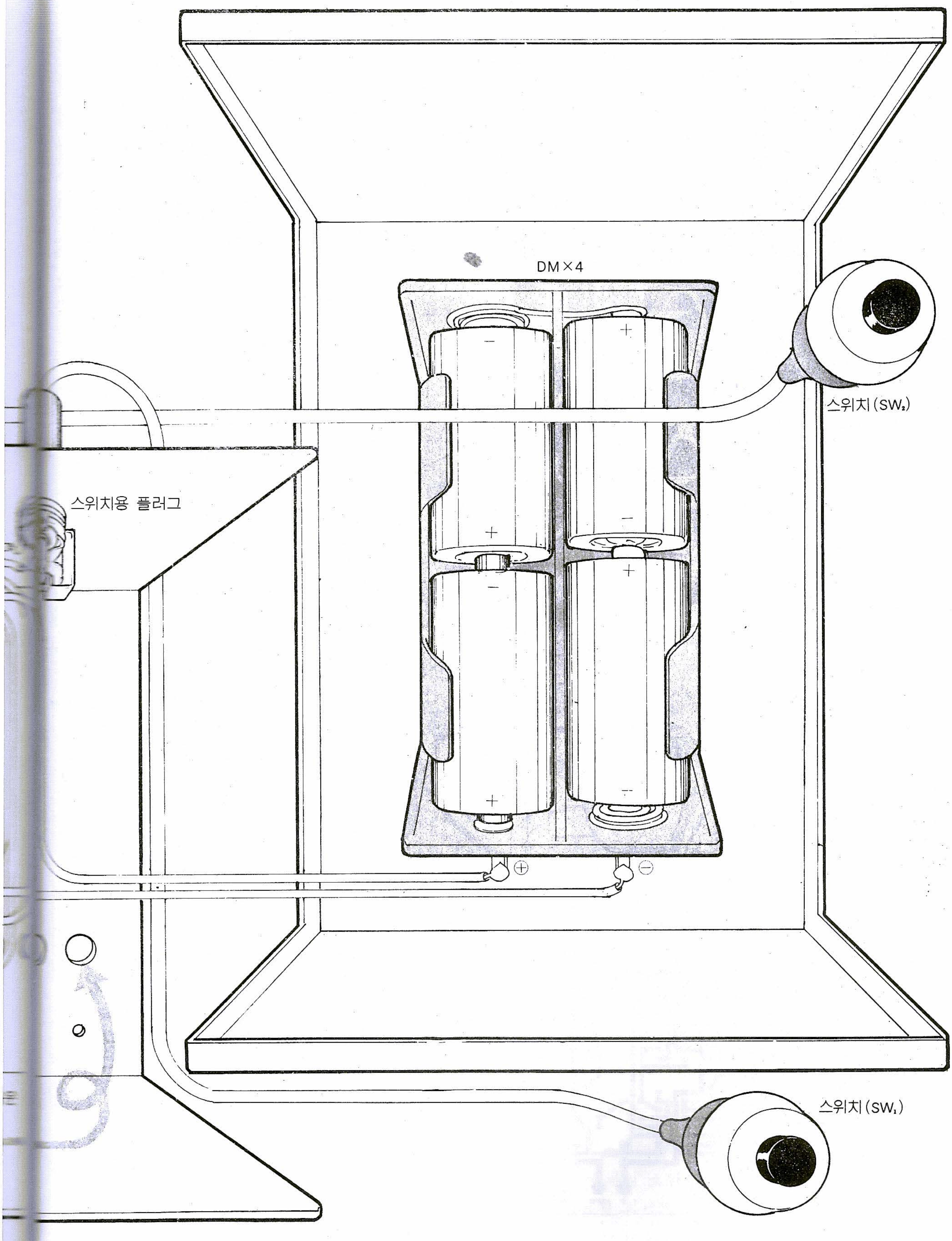


〔그림 5〕 본기의 프린트 패턴(원치수 크기)

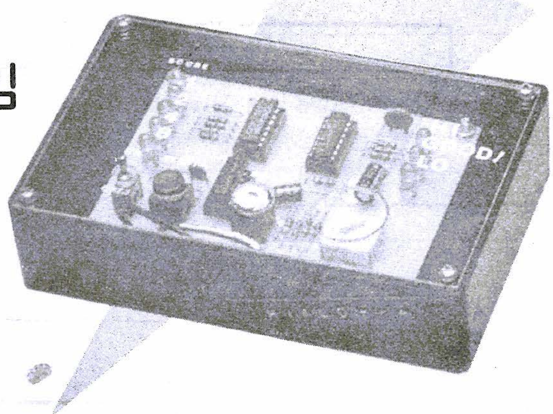
부 품 표

IC	**MC14011B**	1
	SN7486	1
	SN74154	1
	SN74191	1
IC 소켓 14핀용		1
케이스		1
프린트기판(포지 감광기판)		1
현상제		1
발광 다이오우드 5㎜ϕ 빨강		2
〃 〃 녹색		12
〃 〃 노랑		1
스위치 2P 토글스위치		1
〃 푸시버튼 스위치(검정)		1
〃 〃 (본문참조)		2
스페이서 15㎜ 나사 있는 것		4
플러그		2
잭		2
전지 호울더 DM 4개용		1
콘덴서	220μF 10V	1
	0.1μF 50V 세라믹	1
	0.47μF 50V 마일러	1
저항	330Ω 1/4W	1
	1kΩ 〃	3
	2MΩ 〃	1
건전지 DM		4
고무다리(소)		4




DM×4
스위치(SW₂)
스위치용 플러그
스위치(SW₁)

디지틀 숫자 맞히기게임 하이 앤드 로우의 제작



간단한 회로지만 재미있는 디지틀게임이다.

이것은 IC 3개로 만드는 숫자맞히기 게임 **하이 앤드 로우**이다. 만들기 쉽도록 모든 부품을 하나의 기판에 실어 버렸다.

□ 디지틀 게임의 구조

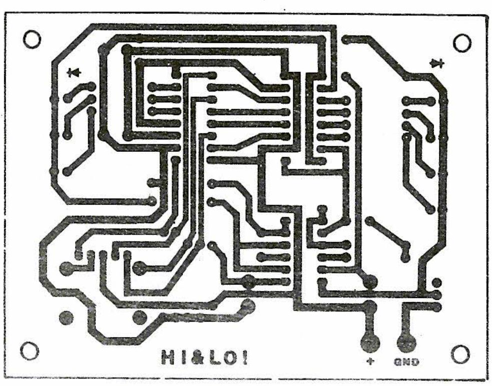
〔그림 1〕이 본기의 회로도이다. 먼저 리세트 스위치로 누르면 발진회로가 발진하기 때문에 **MC14520B**의 반의 카운터가 동작하여 미지의 수를 세트한다. 그와 동시에 H의 펄스로 나머지의 반의 카운터를 리세트한다. 이 나머지 반의 카운터는 스코어(득점용)이다.

플레이를 하는 사람은 코드 스위치로 자기가 생각한 수를 맞추어 세트 스위치를 누르면 L의 펄스가 발생하고, 스코어용의 카운터를 하나 전진시키는 동시에 결과를 표시한다. 결과를 언제든지 표시하고 있으면 게임이 되지 않으므로, 세트 스위치를 누르고 잠시만 표시하게 해 놓았다.

카운터에 세트되어 있는 미지의 수와 코드 스위치의 수는 디지틀 콤퍼레이터로 비교하지만, 여기서는 특별히 TTL-IC의 LS 시리즈 **74LS85**를 사용했다.

C-MOS IC 시리즈에도 콤퍼레이터는 있지만, IC의 다리 핀이 정리되어 있지 않기 때문에 여기서는 LS 시리즈로 했다. 소비전류도 별로 많지 않기 때문에 걱정하지 않아도 된다.

여기서는 수를 세트하기 위해서 편리한 코드 스위치를 사용했는데, 손잡이로 세트할 뿐이다.



〔그림 2〕 프린트 패턴도(원치수)

□ 부품수집할 때 주의할 점

—코드 스위치는 바이너리를 사용한다—

IC는 다른 메이커의 동등품이라도 좋다. **74LS85**는 수입이 잘 안될 때도 있는데, 그럴 때는 C-MOS 시리즈의 **74HC85**를 사용하자. 가격도 거의 비슷한데 부품점에 물으면 잘 가르쳐 줄 것이다. 그러나 **74LS85**는 구하기 쉽다.

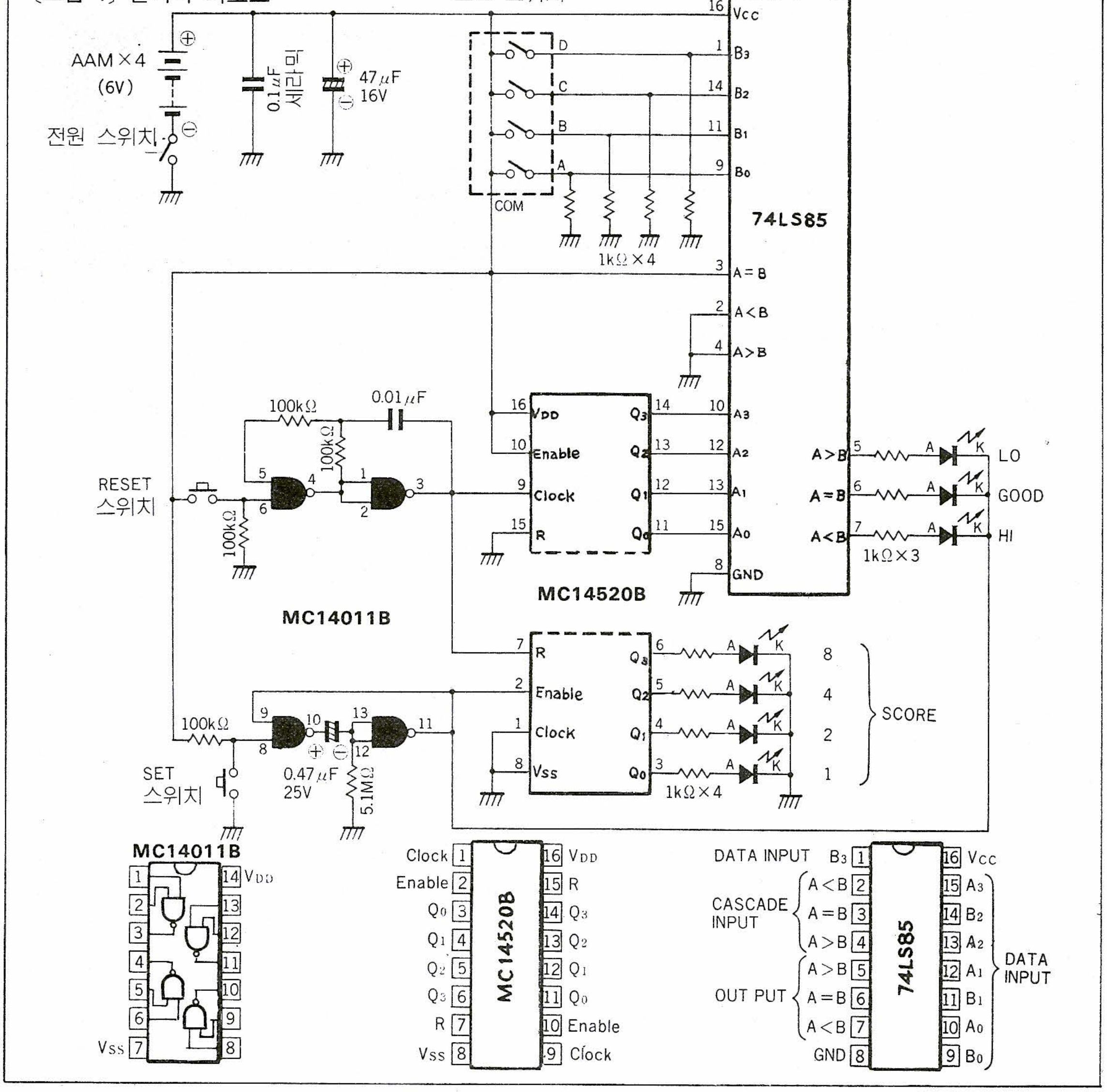
패널은 내부를 볼 수 있도록 플라스틱판을 사용했다. 가까운 모형점에서 구한 투명 플라스틱판(1.2㎜ 두께)이다. 잘 깨어지지 않아(그 대신 흠이 생기기 쉽다) 공작하기가 수월하다.

전지는 케이스가 얇은 형이기 때문에 AAM 4개를 사용하는 것이 좋다. 그 이외의 것은 부품표를 참고하기 바란다. 코드 스위치를 구입할 때는 반드시 바이너리(2진 코드)라고 알려 주지 않으면 비슷한 것이 여러 가지 있기 때문에 트러블의 원인이 되기 쉽다.

□ IC의 방향을 틀리지 않게

—조심해서 제작하자—

그림 2와 같이 프린트 기판부터 만든다. 필자는 언제나 그랬듯이 필름을 만들어 [illegible]



〔그림 1〕 본기의 회로도

제작했다. 되었으면 **그림 3**과 같이 케이스의 구멍뚫기를 한다.

플라스틱판의 패널은 드릴로 중심의 구멍부터 뚫은 다음, 리머로 넓히면 된다. 한꺼번에 많은 힘을 넣어 뚫으면 금이 가거나 깨어질 수도 있으므로, 조금씩 천천히 넓혀 나간다. 케이스에의 고정구멍은 실제로 케이스에 맞추어 구멍뚫기를 하면 된다.

기판의 배선은 IC 소켓으로부터 시작한다. 1개만 방향이 반대이므로 틀리지 않게 조심한다. 다음에 저항이나 콘덴서를 고정시키고 마지막에 스위치나 발광 다이오드를 고정시킨다. 극성이 있는 부품에는 각별히 주의를 기울여야 한다.

부품을 모두 고정시켰으면 한번 더 틀린 곳이 없는지 조사해 본다.

이 작품은 오배선만 하지 않으면 반드시 동작하도록 설계되어 있기 때문에, 트러블을 일으키면 반드시 여러분 자신의 배선 잘못인 것이다.

케이스의 바닥에 전지 홀더를 접착제로 붙여, **그림 4**와 같이 조립한다. 끝으로 패널을 기판에 맞추어 고정시키면 완성이다.

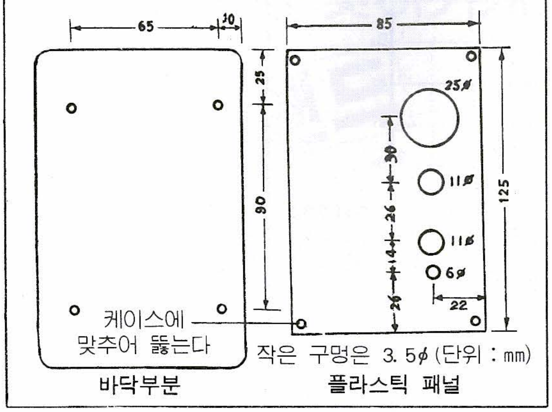
□ 게임하는 방법

—하이 스코어를 노려라!—

① 먼저 파워 스위치를 ON한다.

② 다음에 리세트 스위치를 적당히 누른다. 이

〔그림 3〕 케이스의 가공도



것으로 미지의 수가 카운터에 세트되어 게임은 시작된다.

③ 여러분이 생각한 수를 코드 스위치로 맞추어 표시할 수 있다.

④ 그리고 세트 스위치를 누르면 오른쪽 위에 결과를 표시할 수 있다.

HI(하이)는 지금 여러분이 코드 스위치로 세트한 수는 너무 크다는 것이다.

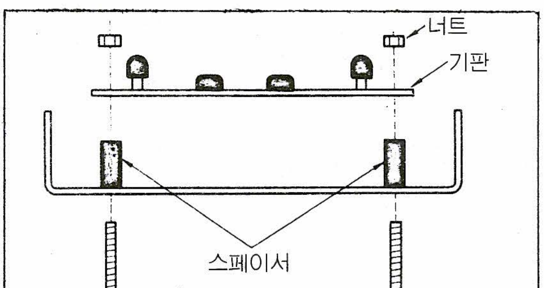
그러므로 다음에 세트할 때는 지금의 수보다 작은 수로 한다.

LO(로우)는 지금 여러분이 코드 스위치로 세트한 수는 너무 작았다는 것이다. 그러므로 다음번에 세트할 때는 지금의 수보다 큰 수로 한다.

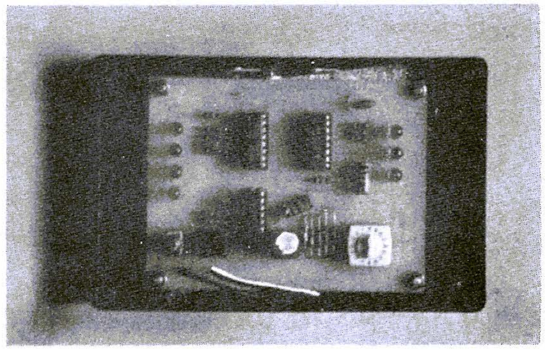
GOOD!은 좋다는 것으로서, 미지의 수와 코드 스위치의 수가 꼭 맞았음을 나타낸다.

⑤ 표시가 HI, 또는 LO인 경우에는 다음 수를 코드 스위치로 맞추어 세트한다.

⑥ GOOD!가 되었으면 코어의 표시를 보자. 예산 관계로 득점은 바이너리(2진법)로 나오기 때문에 발광 다이오드가 점등되어 있는 자리를 합계한다. 이를테면 1과 4가 점등되어 있으면 합계이기 때문에 5가 된다. 되도록 적은 점이



〔그림 4〕 기판의 고정법



〔사진 1〕 본기의 내부

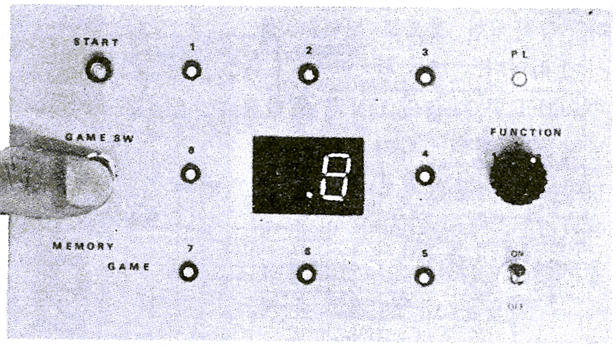
하이스코어이다. 대개 5점 이하이면 좋지만, 10점 정도가 되는 사람은……이다. 그 이상인 사람은 별수 없는 것이 된다.

GOOD!가 나오면 리세트하여 다시 플레이한다. 익숙해지면 고득점(4점 이하)도 문제 없이 낼 수 있으므로 머리를 잘 써야 한다.

부 품 표

IC **MC14011BP**	1
MC14520B	1
74LS85	1
IC 소켓 14핀용	1
16핀용	1
발광 다이오드 적색 5φ **TLR-113A**	7
플라스틱 케이스 90×140×35mm	1
3P 토글스위치(PC단자)	1
코드 스위치 바이너리 2진 코드	1
2P 푸시 스위치	
DS-660(적)	1
DS-660(흑)	1
건전지 AAM (1.5V)	4
전지 홀더AAM(2개용)	2
감광기판 1.6×75×100mm	1
현상제	1
스페이서 15mm(나사 있는 것)	4
플라스틱판 1.2×85×125mm	1
콘덴서 47μF 16V(전해)	1
0.47μF 25V(전해)	1
0.1μF 50(세라믹)	1
0.01μF 50V(세라믹)	1
저항 1kΩ (갈색·검정·빨강·금색) 1/4W	11
100kΩ (갈색·검정·노랑·금색) 〃	4
5.1MΩ(녹색·갈색·노랑·금색) 〃	1
비닐선	20cm

장기돌기나 포우커 놀이를 할수 있는 메모리 게임 머신의 제작



마이크로 컴퓨우터가 화제의 대상이 되고, 각종 컴퓨우터 관계의 디바이스(부품)가 급속히 입수되게 되었다.

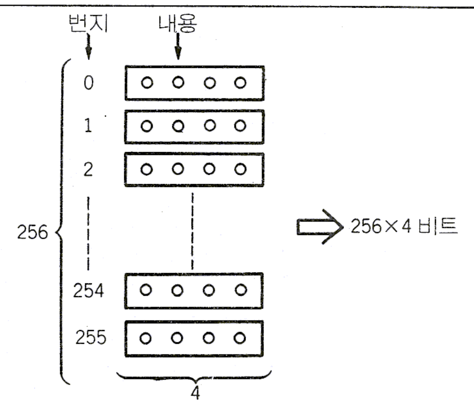
그러나 패턴화된 기판에 IC를 싣는 제작이 많고, 소자의 특징을 이해하여 그 응용을 생각하는 일이 아직도 부족한 것 같이 생각된다.

그래서 마이컴 시스템 등에서 많이 사용되고 있는 반도체 메모리를 사용, 여러가지 방식으로 게임을 할 수 있는 디지틀게임을 소개한다.

□ 반도체 메모리란?

이 반도체 메모리는 RAM(랜덤 액세스 메모리)과 ROM(리이드 온리 메모리)으로 크게 나눌 수 있다.

RAM은 시스템 작동 중에 써넣기와 읽어내기를 할 수 있지만, 전원을 끊음으로써 써넣은 내용이 파괴되어 버리는 것이다.



〔그림 1〕 메모리의 용량은 256×4비트

ROM은 시스템 작동 중 읽어내기 밖에 할 수 없는 것이지만, 써넣은 내용은 전원을 끊어도 그대로 기억되어 있는 것이다.

여기서는 메모리를 손쉽게 다루어 보려는 생각에서 RAM을 사용해 보았다.

RAM에 대해 좀 더 이야기를 한다. 이 RAM은 컴퓨우터에 사용될 경우, 메모리의 내용을 읽거나 쓸 때 사용하는 것으로서, 이러한 동작은 콘트롤 신호에 의하여 전환이 된다.

또 메모리의 용량을 알지 않으면 안되지만, 메모리의 내용을 나타내는데 256×4 비트, 1K×1 비트 등과 같이 표현한다.

이것은 〔그림 1〕에서 보는 것과 같이, 번지수와 그 번지로 나타낼 수 있는 내용의 수를 나타내고 있다. 256×4비트이면 번지가 256개 있고, 그 내용은 2진 4자리가 되는 것이다.

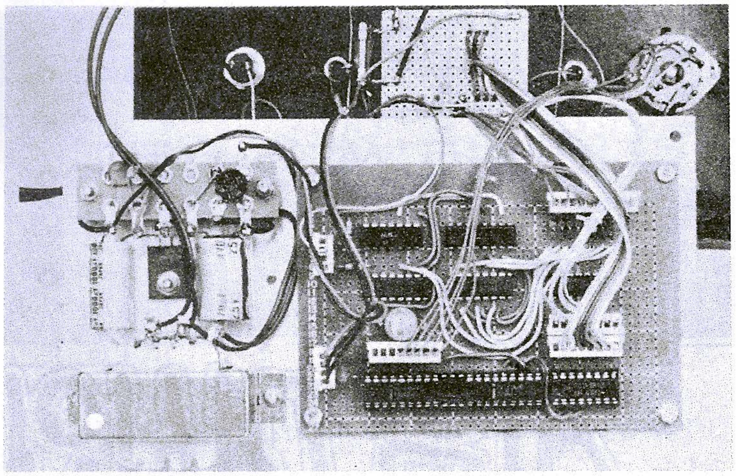
이 256×4의 RAM을 2개 사용하여 256 번지의 8비트 내용으로 해 보았다.

또 RAM에는 스태틱 RAM 및 다이내믹 RAM이 있는데, 여기서는 리프레시가 필요 없는 스태틱 RAM으로서, 인텔 P2111A-4라는 IC를 사용했다.

□ 기본회로

첫째, 왜 RAM을 사용하는가에 대해 말한다. RAM의 특징은 앞에서도 이야기했지만, 번지에 내용을 쓰거나 읽거나 할 수 있는 것이다.

전원을 OFF함으로써, 내용은 지워지지만, 지워진다는 것은 내용 전부가 「0」이 되는 것이 아



〔사진 1〕 메모리 게임머시인의 내부 배선 상태

니라, 불확실한 것으로 된다고 생각하기 바란다.

즉, OFF의 다음에 ON을 하면, 써넣어둔 내용이 파괴되고, 또 무엇인가가 써넣어지게 된다.

여기서는 이 불확실한 번지 내용을 전원을 ON함으로써 만들어내고, 그 내용을 판독함으로써 게임에 한층 더 매력을 더해 주고 있다.

뿐만 아니라, 이 내용은 256종이 있으므로 더욱 흥미롭다.

써넣기는 전원 ON의 원터치, 읽어내기는 카운터를 사용하여 자동적으로 읽어 내려는 것이 기본적인 생각이다.

또 게임적인 응용성을 넓게 하기 위해서 표시 방법은 각 번지 표시의 LED와 내용을 10진수로 변환하고, 7세그먼트의 LED(발광 다이오우드)로 표시하는 복합표시로 해 보았다.

□ 회로 구성

그럼 이제 회로의 설명으로 들어가는데, **메모리를 움직인다=복잡하다=이크, 안되겠다** 하는 선입관은 버리도록!

〔그림 2〕의 블록도에서 보듯이, 블록으로서는 3블록만으로 구성되고, IC의 수로 말하더라도 램프 드라이브 IC를 포함하여 8개로 되어있다.

우선, 중심은 메모리로서 256×8비트로 하기 위해서 256×4짜리를 2개 사용했다. 응답성으로서는 빠른 것은 필요 없고, P2111A-4의 느린 IC를 사용한다. RAM은 읽어내기 상태로 고정시켜 둔다.

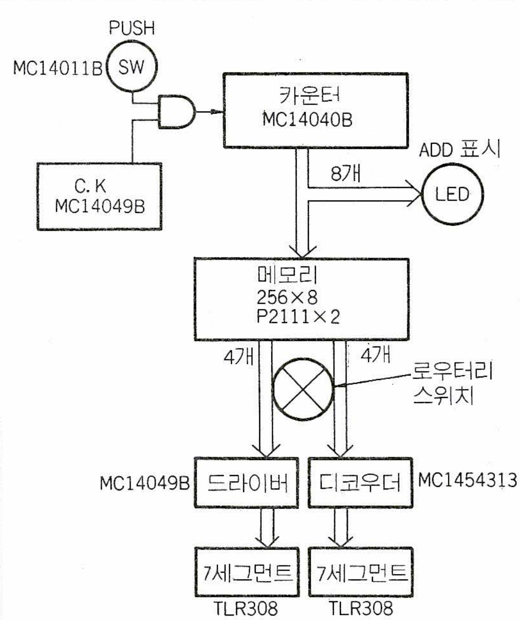
다음에 번지를 지정하는 곳으로서 카운터부가 있다. 여기서도 집적도가 높은 C-MOS를 사용하여 12비트 바이너리(2진) 카운터의 **MC14040B**를 사용하고, 그 속의 Q_2～Q_9까지의 8비트를 사용하여, 256개의 번지를 지정하고 있다.

이 번지 내용을 LED로 표시하기 위해 버퍼를 사용했다. 이것도 C-MOS로서 **MC14049B**이다.

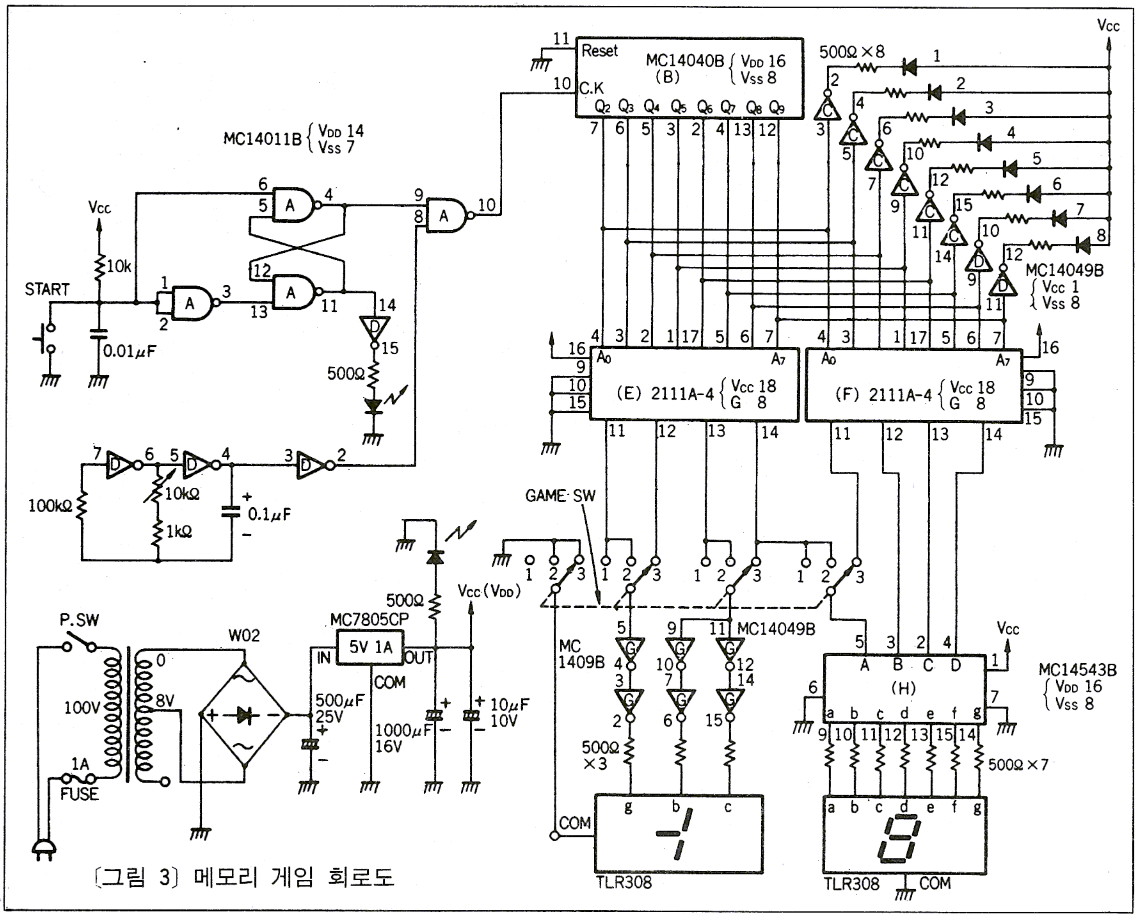
다음에는 카운터를 진행시키기 위한 신호발생부와 게이트부가 된다. **MC-14011B**와 **MC14049B**를 사용하여 2개의 인버어터(반전회로)에 의해 CR발진기를 만들어 파형을 정형하고, 다음에는 NAND 게이트에 신호를 넣는다.

이 NAND회로는 게임을 스타아트시키거나 스톱시키는 것으로서, 채터링을 나가기 어렵게 하기 위해서 RS 플립 플롭을 구성하고, 스타아트 버튼을 누름으로써 PL(파일럿 램프)로 스타아트 표시가 된다.

내용의 표시는 7세그먼트 LED로 표시한다. 8비트의 내용을 2자리로 표시해도 되지만, 수가 많아지는 수도 있어 1/2자리 표시로 한다.



〔그림 2〕 본기의 블록도



〔그림 3〕 메모리 게임 회로도

표시되는 −19∼19 사이를 표시하도록 해 보았다. 하위의 자리에는 BCD-7세그먼트의 래치, 디코우더 드라이버를 집적한 **MC14543B**를 사용한다. 상위의 1/2자리는 드라이버뿐인 것이다.

이 부분의 비트 조합을 바꾸면 표시내용도 달라지기 때문에, 로우터리 스위치를 사용하여 3가지의 조합을 만들어 보았다. 7세그먼트는 되도록 대형인 것이 보기 좋다. 그래서 캐도우드 코먼의 **TLR308**을 2개 사용했다.

끝으로 전원부가 되는데, AC전원을 사용하기로 하고, 낮익은 3단자 레귤레이터로 5V의 안정된 전압을 주고 있다.

레귤레이터는 5V1A짜리면 아무거나 좋지만, 여기서는 **MC7805CP**를 사용해 보았다. 트랜스는 8V 탭이 있는 것으로서, 500mA 정도의 전류를 흘릴 수 있는 트랜스가 좋다.

□ 제 작

회로를 대강 이해할 수 있게 되었으면 제작으로 들어가자. 먼저 전체의 회로도를 〔**그림 3**〕에서 보자.

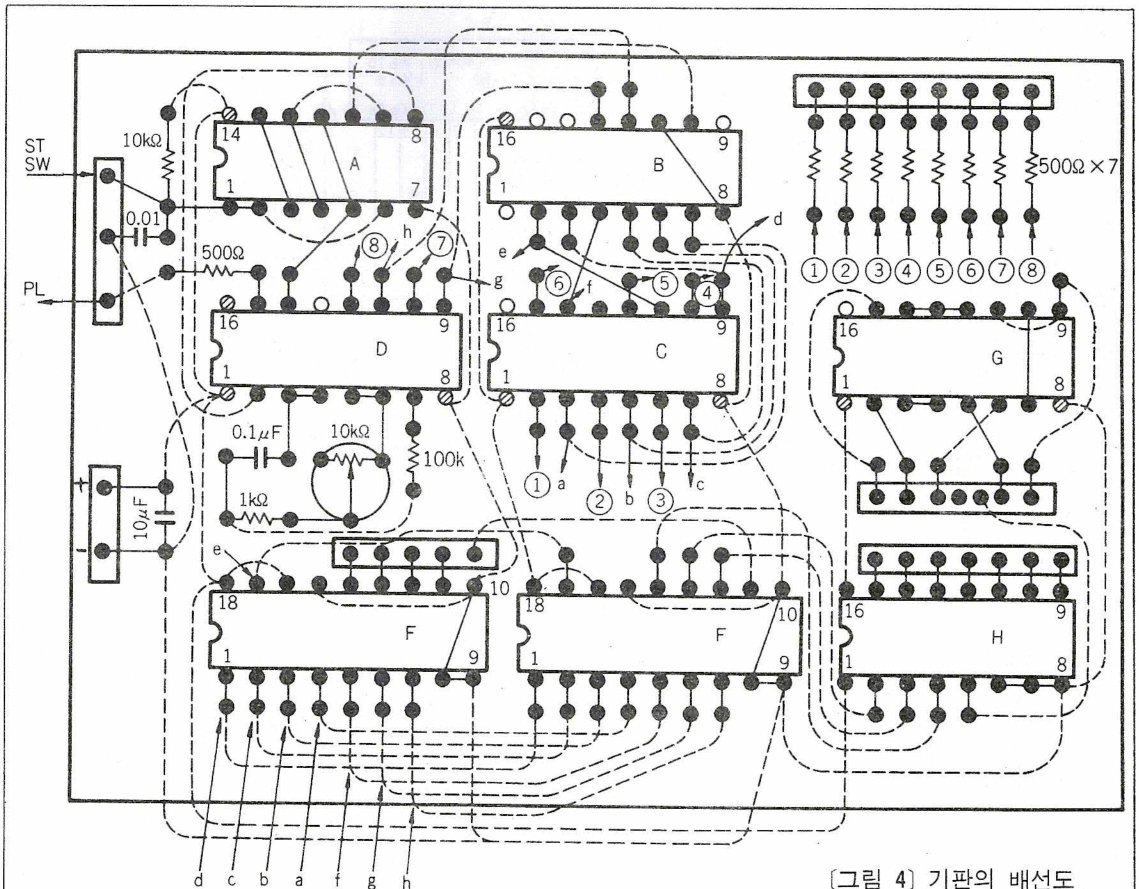
제작은 역시 메인의 기판이 된다. 누구든지 손쉽게 할 수 있도록 만능기판을 사용하여 앞면과 뒷면 양쪽에서 배선한다.

기판의 배선도는 〔**그림 4**〕에서 보는 것과 같이, 많은 공간을 필요로 하지 않았다.

또 기판으로부터의 배선은 모두 소켓에 해 두고 조절 등을 할 수 있게 해 보았다. 소켓은 4, 8, 10핀짜리를 사용했지만, 소형이 있으면 메이커에 상관없이 사용해도 좋다.

또 메모리와 디코우더 부분만 IC 소켓을 사용했고, 메모리는 교환할 것을 생각했지만, 디코우더는 별다른 이유는 없다. 배선도나 기판도 등을 보면서 배선에 착오가 생기지 않도록 좀 작은 납땜인두를 사용한다.

다음에는 전원부인데, 여기는 3단자 레귤레이터를 사용하는 수도 있어, 러그판 1개에 짜고 브리지 다이오우드, 콘덴서, 그리고 레귤레



〔그림 4〕 기판의 배선도

이터는 섀시의 뒷 뚜껑에 고정하여 방열 효과를 높여 보았다.

트랜스는 되도록 소형인 것이 좋지만, 2차쪽에 6, 8, 10, 12V의 탭을 붙여야 하기 때문에 0.8A짜리를 사용해 보았다. 500mA 정도의 트랜스도 좋다. 기판과 이 전원부는 케이스의 뒷 뚜껑의 알루미늄판에 전부 실었다.

그럼 이제 케이스의 가공으로 들어가자. 케이스는 195×110×60의 플라스틱 케이스에 충분히 짜넣을 수 있기 때문에 플라스틱 케이스를 사용하기로 했다. 패널의 각 배치는 여러 방식이 있지만, 게임에 알맞게 하려는 생각에서 〔그림 5〕에서 보는 것과 같이, 7세그먼트의 표시 LED를 중심으로 한 패턴으로 해 보았다.

LED는 모두 브래킷 있는 것으로 했기 때문에 간단히 고정시킬 수 있지만, 7세그먼트의 주위가 다소 주의를 요한다.

먼저 7세그먼트를 고정시킬 구멍은 2개 나란히 하여 겨우 들어갈 정도의 구멍을 현물에 맞추어 줄로 쓸어 완성시킨다. 빽빽하게 들어간데서 접착제로 단단하게 고정시킨다.

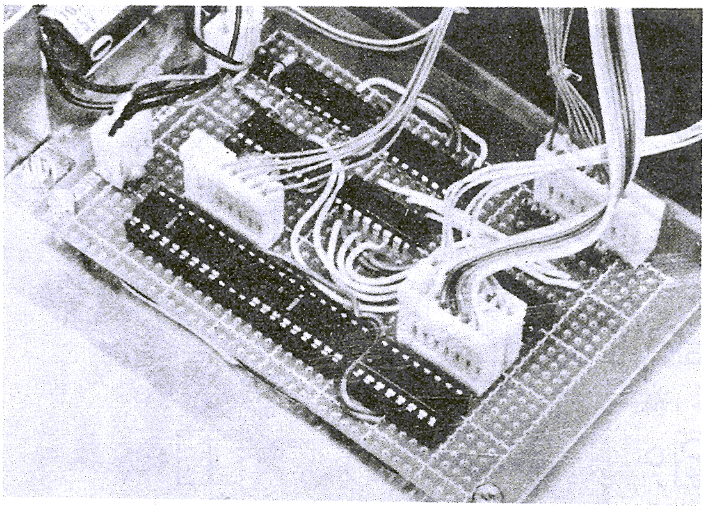
또, 이 7세그먼트의 주위에는 〔그림 6〕에서 보는 것과 같이, 전류제한저항을 7세그먼트 LED에 직접 납땜하여 한쪽을 프린트기판에 내리고 고정시킨다. 이렇게 해 두면 배선처리를 원활하게 할 수 있다.

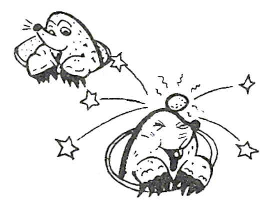
패널 부분과 기판 부분의 접속은 커넥터를 사용하지만, 여기서는 AMP의 것을 사용하여 핀을 1개씩 넣어 가며 사용해 보았다. 커넥터를 구하기 어렵거나 좀 복잡할 것 같이 생각될 때는 직접 납땜해도 좋을 것이다. 배선할 코오드는 유연성이 있는 것이 좋다.

또 케이스는 검은 플라스틱이었기 때문에, 컬러 스프레이로 칠을 하고 레터링을 붙여 보았다.

□ 조　　절

배선이 모두 끝났으면 점검해 본다. 먼저 전원스위치를 ON으로 하여 3단자 레귤레이터의 출





〔사진 2〕 플러그식의 배선으로서 매우 산뜻하다

력쪽이 5V 정도를 나타내는지 확인하자.

5V가 되지 않을 때는 레귤레이터와 다이오우드의 입출력이 거꾸로 되어 있는지, 트랜스 탭은 8V로 되어 있는지 등을 살펴 보자.

다음에는 회로를 동작시키면서 점검한다. 첫째는 카운터인데, 패널에 배치되어 있는 어드레스 표시 램프를 잘 보자.

다음에는 게임 스타아트 SW를 푸시 해 본다. 마치 빛이 시계 방향으로 돌고 있는 것 같이 보이지만, 클럭 발생부에 있는 10kΩ의 VR을 돌려 보자. 빛의 흐름이 완만해지는 방향으로 돌려 램프의 발광 상태를 본다.

No. 1을 하위로 보고 2진 표시로 카운트 업하고 있으면 된다.

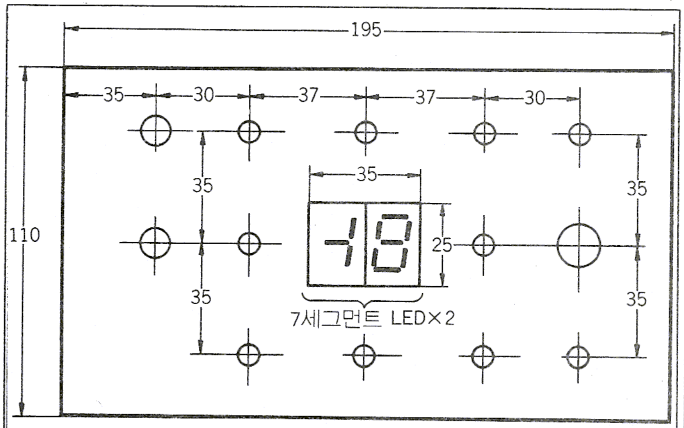
순번이 틀려 있는 경우는 8비트의 와이어 접속을 한번 더 점검해 본다.

또 카운터의 신호는 앞에서도 말했지만, 12비트 중 Q_2～Q_9까지 사용하고, Q_1, Q_{10}, Q_{11}, Q_{12}는 사용하지 않았다.

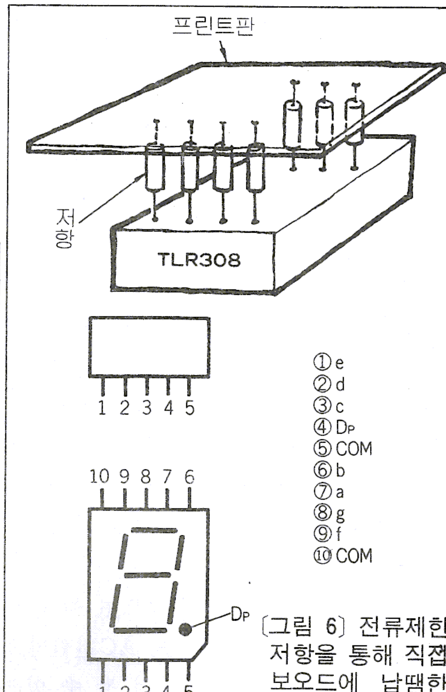
다음에는 스타아트 스위치를 복귀시켜 보자. 그 때 어드레스의 표시는 어떤 어드레스를 표시, 그대로이면 어드레스는 거의 이상 없는 것이다.

다음에는 내용의 읽어내기인데, 카운터의 점검 때도 어떤 표시가 나타나 있는 것을 알았을 것이다.

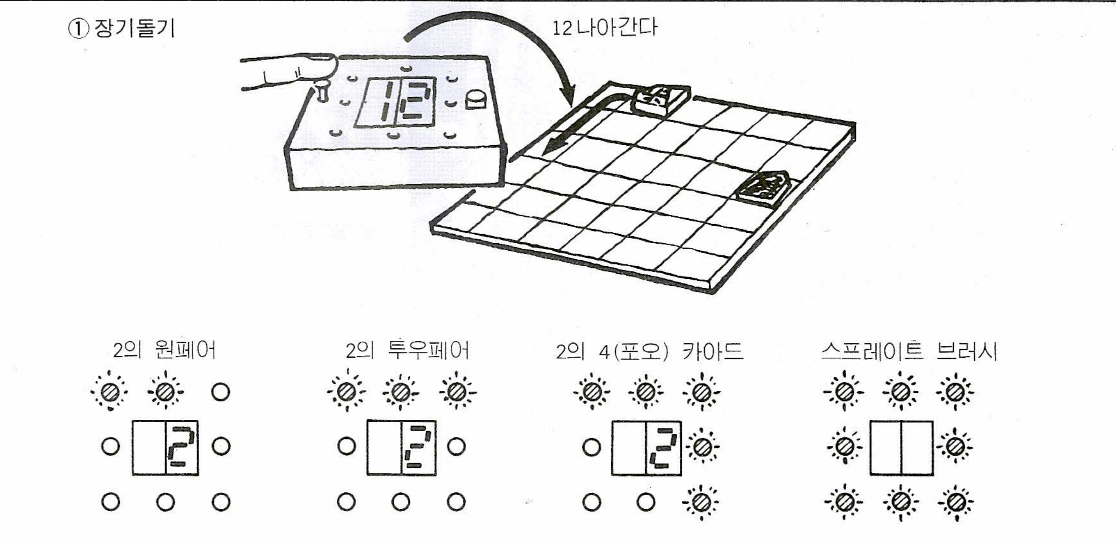
이번에는 1, 2, 3의 펑크션으로 확인한다. 먼



〔그림 5〕 섀시의 치수도(단위 : mm)



〔그림 6〕 전류제한 저항을 통해 직접 보오드에 납땜한다



〔그림 7〕 장기돌기나 포우커의 게임 방법

저 로우터리 SW를 3으로 해 보자. 이 상태는 상위의 ½자리가 비고 1자리 표시로 된다.

이 표시는 어드레스가 변하는 동시에 내용이 다른 것에 나타나고, 어드레스가 STOP(정지)해 있으면 7세그먼트 LED의 표시도 정지되어 있다. 어드레스가 변화해도 7세그먼트의 내용이 변하지 않는 경우는 읽어내기가 되어 있지 않는 셈이 되므로 배선의 점검을 되풀이하기 바란다.

펑크션 1, 2의 경우는 +½자리가 되어 −의 표시도 나온다. 다만 공백(아무것도 나와 있지 않는 상태)은 있기 때문에 이것은 트러블은 아니다.

3군데에서 끝났으면 일단 점검이 완료된 것이므로 최종적으로 클럭을 조절한다.

필자의 경우, 어드레스 표시 램프의 패턴 보는 게임도 시키려고 생각하여 어드레스 램프가 콘트롤(특정한 패턴에서 멈추고 싶으면 멈추어 질 수 있다는 것)할 수 없을 정도의 속도로 조절해 보았다. 상당한 속도지만 게임다운 기분이 날 것이다.

이러한 점검이 일단 끝났으면 뒷뚜껑을 꼭 닫아 둔다. 그리고 여기서는 AC전원만으로 했지만, 전지 작동으로도 충분히 될 수 있으므로, AAM이나 또는 CM을 4개 내장해도 될 것이다.

□ 본기의 사용법과 게임하는 법

이 디지틀 게임은 자신이 독특한 것을 만들어 낼 요소가 많을 줄 알지만, 몇가지 예를 든다.

① 장기 돌기

주장이 되기까지 장기판을 빙글빙글 돌아 일주하면 1급 올리는데, 이 게임 머시인을 사용할 때, 마이너스 표시일 경우도 있어 다시 하게 된다.

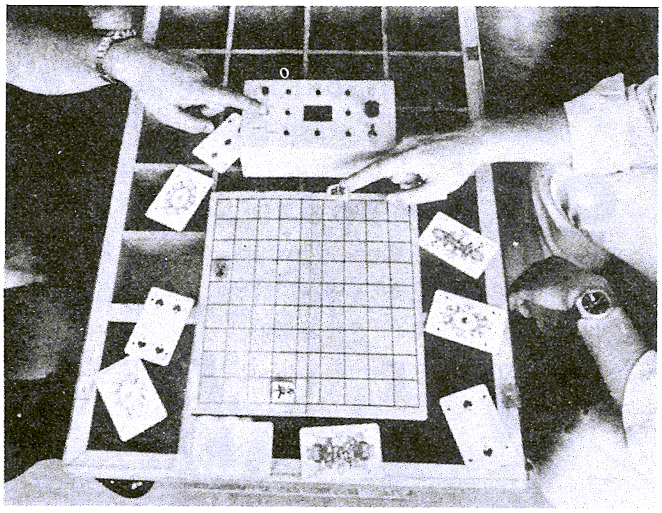
또 어드레스 램프의 패턴을 정해 두고, 그 패턴이 나오면 2급을 올리는 것도 재미 있을 것 같다.

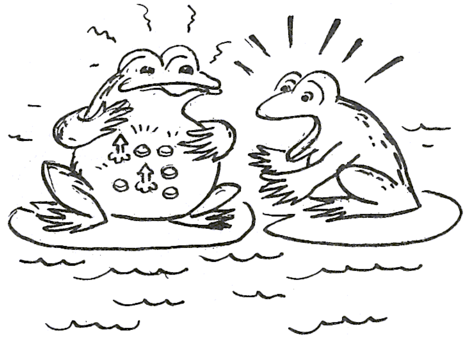
② 포우커 게임

이 게임도 매우 재미있다.

트럼프의 포우커를 여러분은 알고 있을 줄 믿는데, 그와 같은 생각으로 게임을 진행한다. 펑크션은 1의 상태가 마이너스가 없어져서 좋을 것이다. 7세그먼트 LED로 표시되는 수는 가지고 있는 패로 하고, 어드레스 램프의 패턴으로 〔그림 7〕에서 보는 것과 같이, 원페어, 투우페어, 플래시 등을 정하면 어떨까.

너무 어려운 패턴으로 정해 버리면 좀처럼 수를 쓸 수 없으므로, 어드레스 램프의 상태를 보





〔사진 3〕 본기를 사용하여 장기돌기를 즐기고 있다

고 최하위와 다음의 비트가 켜졌으면 원페어 정도로 해 두는 것이 좋을지도 모른다.

③ 덧셈 게임

이것은 국민학교 저학년용의 학습 레벨인데, 2회 버튼을 누르고 2회의 수를 더한 것만큼 움직이는 게임으로서, 학습을 겸한 흥미로운 게임이 될 것이다. 물론 마이너스가 나오는 경우도 있고, 마이너스 2회쯤 되면 곤란하다.

이와 같은 게임은 나이가 적은 층일수록 머리가 잘 돌아가는 것은 어찌된 까닭일까…. 여러분도 동생이나 조카들에게 패하지 않도록 열심히 해 보기 바란다.

④ 쌍륙 게임

보통 쌍륙 게임의 주사위 대신 본기를 사용하는데, 7세그먼트의 표시는 움직이는 수를 나타내고, 그 밖에 이 쌍륙 게임에 없는 것을 어드레스 패턴으로 $+\alpha$하면 다소 복잡해지지만, 그만큼 재미가 더해질지도 모른다. 어드레스 표시가 모두 켜지면 그것만으로 오름 등으로 정해 두어도 좋을 것이다. 필자도 아직 실제로 LED를 전부 켜 본 적이 없으니까.

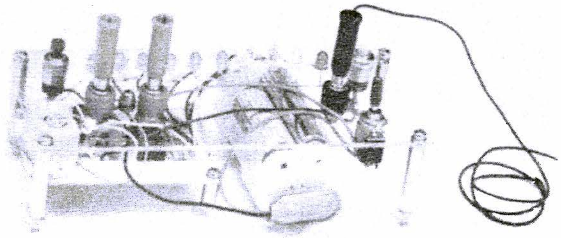
부 품 표

IC	P2111A-4	2	콘덴서 500μF 25V	1
	MC14040B	1	100μF 16V	1
	MC14049B	3	10μF 10V	1
	MC14011B	1	0.1μF	1
	MC14543B	1	0.01μF	1
레귤레이터			저항 500Ω 1/4W	20
	MC7805CP	1	10kΩ 〃	1
다이오우드 200V 1A 정도		1	1kΩ 〃	1
LED		10	100kΩ 〃	1
7세그먼트	TLR308	2	기판	1
트랜스 6V 8V 10V 12V 0.8A		1	러그판	1
로우터리 SW 4회로 3접점		1	소켓(AMP형) 4P	2
푸시 SW		1	8P	3
2P 스냅 SW		1	10P	1
14P 소켓		3	케이스 195×110×60(플라스틱)	1
16P 소켓		1	기타 필요한 것	
10kΩ 반고정		1		

솜씨가 별로 없는 사람도 간단히 만들 수 있다!

재치게임





□ 재미 있는 게임을…

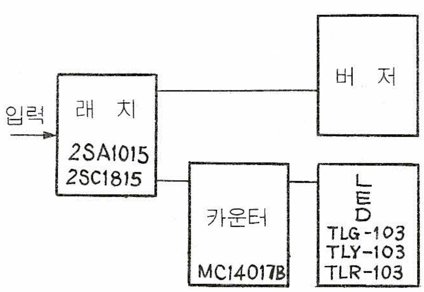
무엇인가 재미 있는 것이 없나 하고 만들어 본 것을, 이번에 다시 회로를 조금 바꾸어 카운터를 붙여 만들어 보았다.

어떤 것인가 하면 주석도금선을 적당히 구부리고, 거기에 바퀴를 끼워서 바퀴가 선에 닿으면 버저가 울리는 것이다. 본기는 거기에 카운터를 붙이고 주석도금선 2개로 하여, 그 사이에 비스를 붙여 두고, 거기에 닿으면 카운터가 리세트가 되는 것이다.

□ 회로는 간단하다

구성에 대해서는 **그림 1**을 보면 된다. 래치

〔그림 1〕 블록도



부분에 입력이 있으면 버저를 계속 울리고, 카운터가 하나 올라가게 되어 있다.

회로도는 **그림 2**와 같고, Tr·2로 래치부를 구성하고 있다.

먼저 입력에 +6V가 걸리면 Tr·2가 ON이 된다. 그러면 저항 R_4에 전류가 흐르고, Tr·1의 E(이미터)와 B(베이스) 사이에 전위 차이를 일으켜 Tr·1이 ON이 되는 것이다.

Tr·1이 ON이 되면 R_2, R_3에 전류가 흐르고 Tr·2의 E·B간에 전위 차이를 일으켜 Tr·2가 ON이 되며, 이것을 반복한다. 이 동작을 정지시키기 위해서 SW2가 붙어 있는 것인데, SW2를 누르면 버저음도 멈춘다. 카운터부는 1개의 IC와 10개의 LED로 되어 있다. Tr·1이 ON이 되었을 때, 컬렉터에서 플러스의 전압을 검출하여 IC의 CLOCK 단자에 가하고 있다. 거기서 CLOCK 단자에 입력이 들어갈 때마다 0, 1, 2, … 9와 같이 LED가 점등하는 것이다. 9번째의 LED가 켜지면 버저가 SW_2를 눌러도 정지하지 않도록 IC의 9번 단자에서 Tr·3의 베이스에 플러스의 전압을 가하여 Tr·3을 동작시키고 있다. 이 상태에서 버저를 멈추기 위해서는 우선 카운터·리세트의 SW3을 누르고 IC를 리세트한 후에 SW2를 누르지 않으면 안된다.

□ 부품 모으기도 재미 있다

IC는 C-MOS로, **MC14017B**를 사용했지만, 다른 회사의 동등품이라도 좋다. 트랜지스터는 아주 일반적인 것으로서, 만일 동등한 것으로 가지고 있는 것이 있으면 그것을 사용하자.

LED에 대해서도 최근에는 여러 가지가 나와 있기 때문에 손수 좋아하는 것을 골라 사용하면 된다. 저항은 모두 1/4W짜리를 사용했다.

전해 콘덴서는 6V로 사용했기 때문에 10V 내압이면 충분하다. SW1은 전원용 스냅 스위치, SW2, 3은 푸스 스위치로서, 눌렀을 때 ON되는 것이다. 버저는 6V용을 사용하고 리드선에는 +와 −의 극성이 있으니 주의하기 바란다.

기판은 ICB-89를 사용했지만, 스페이스가 많기 때문에 솜씨에 자신이 있는 사람은 좀 더 소형으로 만들어 보는 것도 좋다.

또 C-MOS IC를 사용하고 있기 때문에 IC소켓을 반드시 사용하기 바란다.

□ 조립은 신중하게

조립은 실체배선도를 잘 보고 한다. 쉽게 만들려면 LED를 기판에 직접 납땜해도 좋다.

IC 소켓을 처음에 고정시키면 다른 부품 배치의 표준이 되어 하기 쉽다.

다음에 저항을 고정시키고, 전해 콘덴서와 트랜지스터를 고정시킨다. 버저나 스위치의 배선이 끝나면 마지막으로 IC를 끼워 넣는다.

주석도금선을 입력 단자에, 바퀴쪽에 +6V를 접속하면 완성이다. 바퀴는 지름 10㎜부터 20㎜ 정도의(드라이버의 자루 부분 등) 막대에 감고, 끝을 조금 길게 하여 집히기 쉽도록 연구하자.

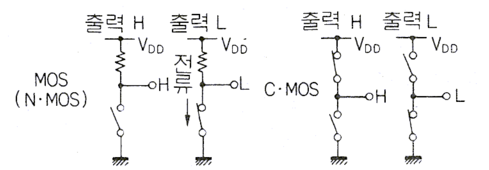
서둘지 말고 차분히 실체배선도와 비교하면서 작업을 해 나가면 반드시 동작한다. 배선 착오가 없는 것을 확인한 뒤에, IC의 방향에 주의하면서 소켓에 꽂고 이제 전원 스위치를 넣어 보자.

설명한 대로만 했으면 틀림 없이 동작한다.

□ 잘 동작했는지…

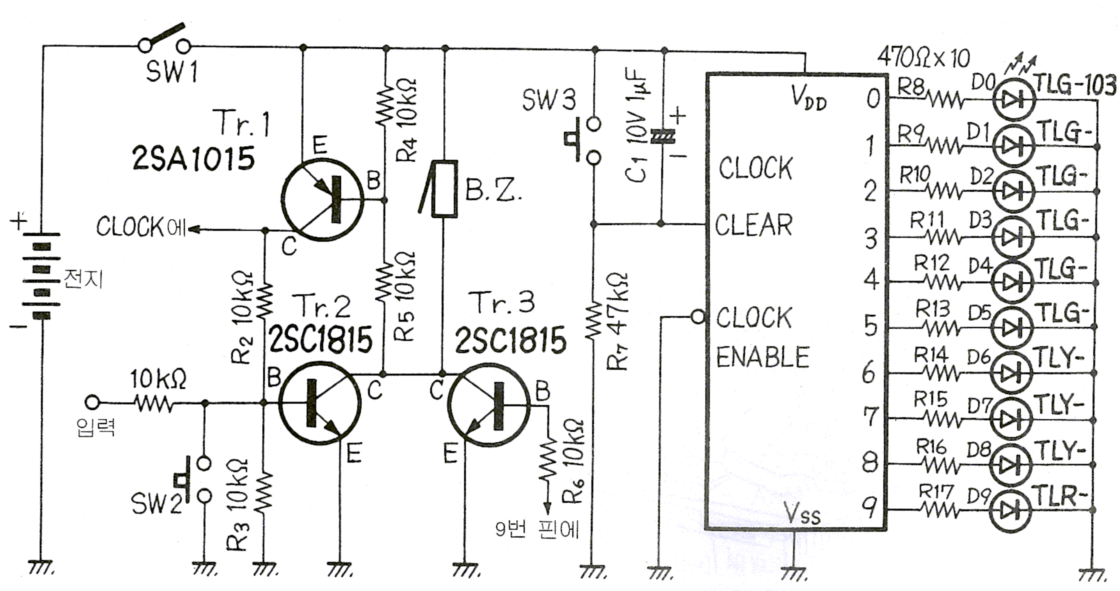
전원 스위치를 넣으면 우선 부우 하는 소리가

C·MOS IC

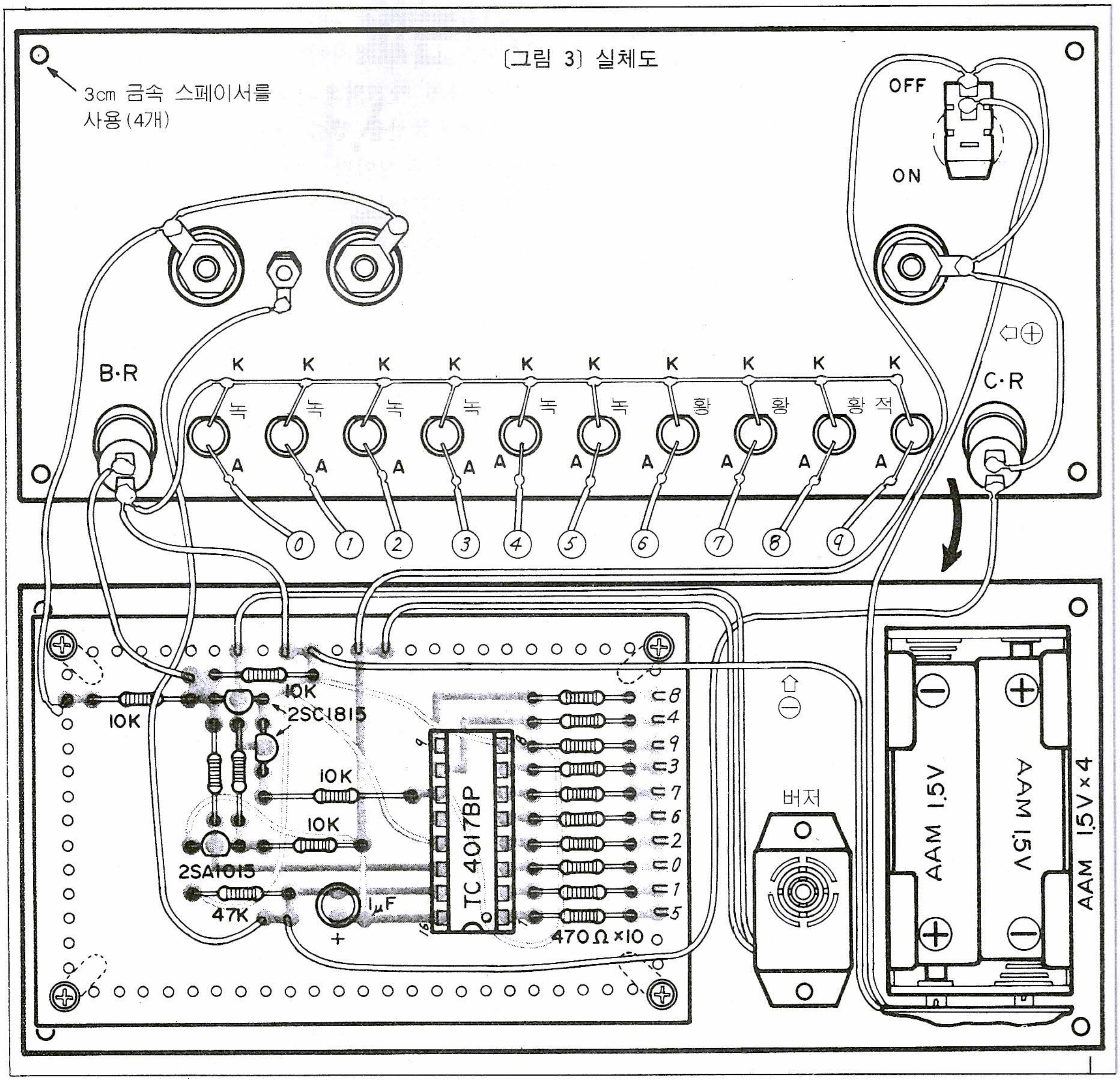


C-MOS IC는 MOS IC를 개량하고, 소비 전류를 적게한 에너지 절약형이다.
FET를 스위치로 하여 만든다고 하면 동작은 위와 같이 된다.

〔그림 2〕 재치게임 회로도



〔그림 3〕 실체도



나고, 0번째의 LED가 점등할 것이다. SW2를 누르면 버저가 멈출 것이다. 주석도금선을 적당히 구부리고, 거기에 바퀴를 끼워 보자. 바퀴가

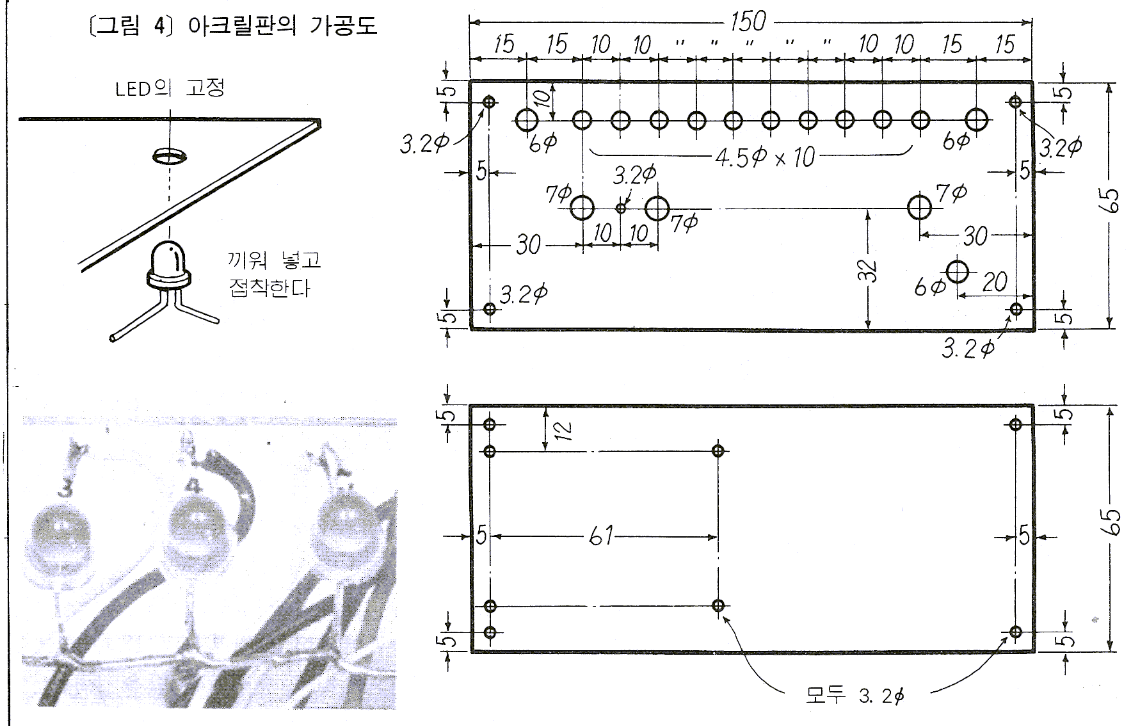


주석도금선에 닿으면 버저가 울리고, 첫번째의 LED가 켜지는가? 켜지지 않으면 어딘가에 배선이 잘못된 것이니 다시 한번 점검해 보기 바란다. 정상일 경우에는 바퀴를 주석도금선에서 빼내고 SW2를 누르면 버저는 울리기를 그치는데, 바퀴가 닿을 때마다 LED가 차례로 이동하여 9번째의 LED가 켜지면 SW2를 눌러도 버저는 멈추지 않게 되어 버린다.

SW3을 누르고 카운터를 리세트한 후에 SW2를 누르면 처음부터 게임을 다시 시작할 수 있다.

필자는 주석도금선을 2개 사용하여, 그 사이에 비스를 붙이고 주석도금선이 잘 빠져 나오면 이 비스에 바퀴를 접촉시켜 카운터를 리세트시키

〔그림 4〕 아크릴판의 가공도



도록 IC의 CLEA(클리어) 단자를 비스에 접속했지만, 간단히 주석도금선 1개로 한다면 필요없을 것이다.

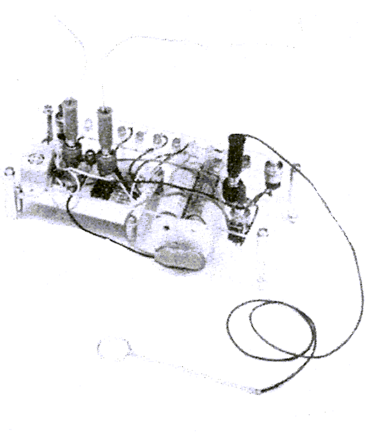
□ 대성공!

끝으로, 이번에는 아크릴판을 가공하여 사용했지만, 케이스는 모두 적당한 것을 택하여 만들기 바란다.

또 주석도금선을 너무 길게 하면 케이스의 밸런스가 나빠지기 때문에 30cm 정도의 길이로 사용하는 것이 좋을 것 같다.

주석도금선을 2개 사용했을 때는 1개는 바퀴를 끼우는 쪽으로 택하고, 또 1개는 바퀴의 방해용으로서 구부리는 방법을 연구하자.

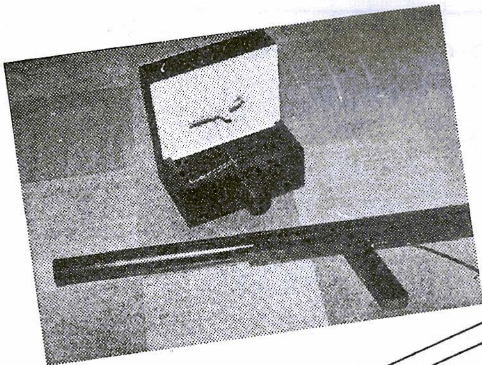
이것으로 일단 성공한 셈이다.



부 품 표

IC **MC14017B**	1
트랜지스터 **2SA1015**	1
2SC1815	2
발광 다이오드 **TLR-103**	1
TLY-103	3
TLG-103	6
저항 1/4W형 10kΩ	6
47kΩ	1
470Ω	10
전해 콘덴서 1μF/10V	1
1회로 2접점 토글 스위치	1
푸시 스위치	2
6V용 버저	1
기판	1
바나나 잭	3
보스	3
IC 소켓 16P	1
FC-1용 전지 스냅	1
전지 케이스 AAM×4개용	1

기타 주석도금선, 비스, 너트, 아크릴판, 스페이서 등이 필요하다.





레이저포 게임

□ 레이저포 게임의 제작

흥미 만점인 레이저포 게임제작을 소개한다.

레이저포 게임의 방식도 여러 가지 있겠지만, 여기서는 표적에 수광회로를 설치하여 빛을 받으면 조금이라도 동작하는 게임을 생각해 본다.

표적의 수광소자에 CdS를 사용한다. CdS 는 빛을 받으면 저항값이 낮아지는 반도체로서, 카메라의 노출계 등에 이용되고 있는 반도체이기 때문에 입수하기 쉽고 수광회로로서도 간단하다.

명중했을 때의 표적동작이지만, 명중음 외에 기계적 동작을 가한다. 기계동작이라 하지만 각자 아이디어를 가지고 있을 것으로 생각하기 때문에 기계동작의 제어를 하는 계전기 스위치를 구동하는 회로를 짜 넣는다.

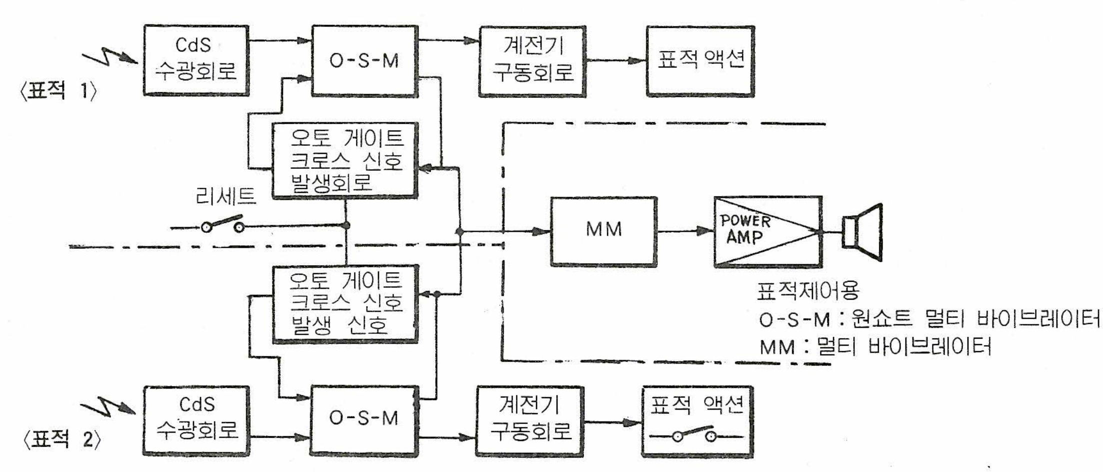
그럼 **그림** 1에 따라 레이저포 게임의 동작을 설명한다.

수광회로에서는 레이저포로부터의 빛을 받아 수광신호를 만든다. 이 수광부는 CdS와 트랜지스터로 구성되고, 빛이 들어가지 않을 때는 언제나 "0"을 출력하고, 수광하면 "1"을 출력하는 회로로 되어 있다.

수광회로로부터의 신호는 NOT에 의하여 반전되고, 로직 레벨에서의 하강 펄스로 되어, 명중음 제어의 원쇼트 멀티 바이브레이터는 레이저포 게임 회로의 중심적 제어회로로서, Q 출력으로 계전기 회로제어, $\overline{Q}$출력으로 명중음 제어, A 입력으로 회로 리세트와 3개의 제어신호를 만들어 낸다.

오토게이트 크로스 회로에서는 원쇼트 멀티바

〔그림 1〕 레이저포 게임 블록도



이브레이터의 $\bar{Q}$출력에서 명중음 제어 펄스를 입력하고, 원쇼트 멀티 바이브레이터에 게이트 크로스 신호를 출력하여, 원쇼트 멀티 바이브레이터를 부동작의 상태로 한다. 그 결과 한번 수광하면 이후에 몇번 수광 펄스가 원쇼트 멀티 바이브레이터에 입력되어도 회로동작을 일으키지 않게 된다.

또 리세트회로는 오토게이트 크로스회로의 게이트 크로스 신호를 해제하는 신호를 만든다.

다음에 명중음 발생회로는 NAND에 의한 멀티 바이브레이터로서 표적 1, 표적 2로부터의 명중음 제어 펄스를 제어신호로서 동작한다.

스피커 앰프는 멀티 바이브레이터의 발진출력을 스피커 출력까지 증폭한다. 또 이 회로에서는 **LM380**에 의한 파워 앰프와 같은 것을 사용한다.

그런데 여기까지의 회로동작은 보통의 게임과 별다른 차이가 없지만, 이번에 새로 소개하는 회로에 계전기 구동회로가 있다.

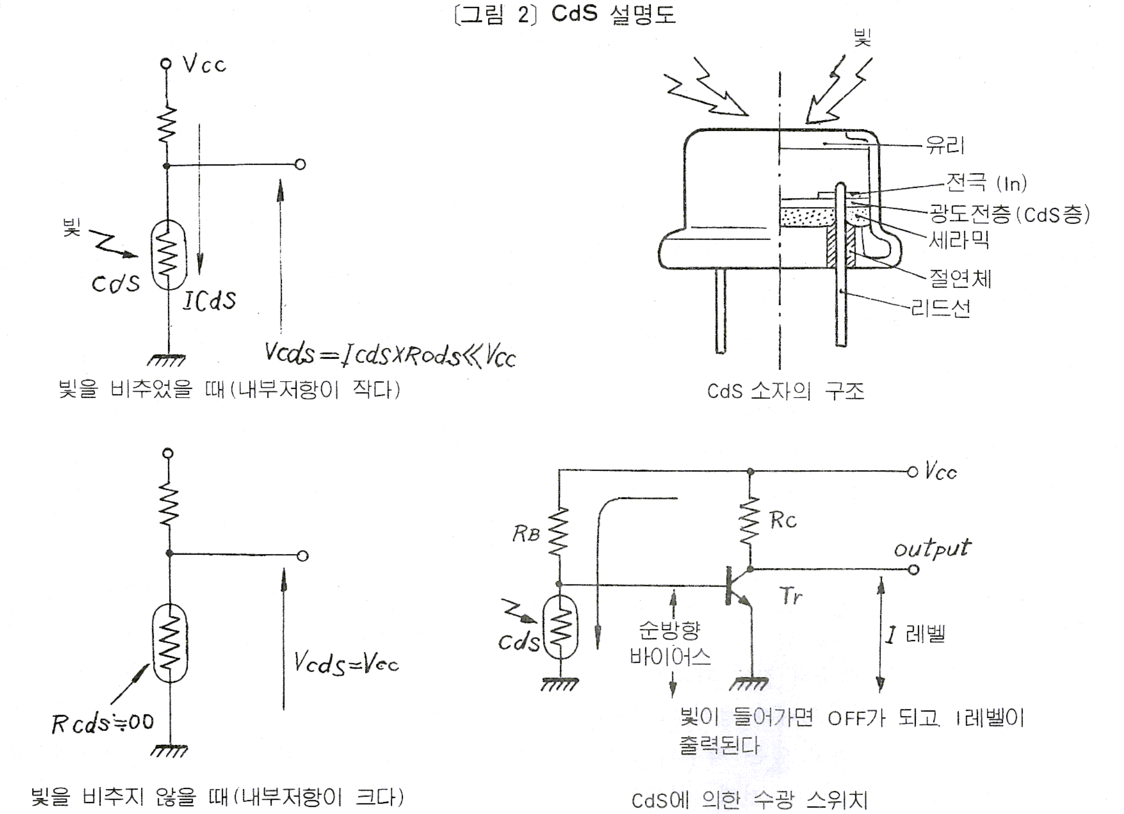
이 계전기 회로에서는 원쇼트 멀티 바이브레이터의 Q출력에서 계전기 구동 펄스를 입력하여 명중시의 표적 동작으로 제어하는 계전기를 구동시킨다. 이 회로는 트랜지스터 2석에 의한 스위치 회로지만, 취급하는 전류가 크기 때문에 IC 0의 큰 트랜지스터를 사용한다.

표적 액션 회로는 계전기 구동회로의 계전기 스위치에 의하여, 모터나 전구, 전자석 등 대전력을 필요로 하는 기기의 스위치 동작을 하기 때문에, 각자 버라이어티가 풍부한 액션을 생각하기 바란다.

이것으로 일단 회로동작의 설명을 끝내지만, 블록도에서도 알 수 있는 것과 같이, 표적은 2개로 해 놓았다. 표적이 2개라는 것은 가장 기본적인 회로이기 때문에 동일 회로를 많이 만듦으로써 얼마든지 표적을 증가시킬 수 있으므로, 실제로 제작할 때는 표적 4개 정도의 것을 제작하면 게임이 한층 더 흥미롭게 된다.

그럼 회로별 구성과 동작을 설명하기 전에 CdS 수광과 계전기 구동회로에 대해서도 좀 더 설명을 덧붙인다.

〔그림 2〕 CdS 설명도



□ CdS에 의한 수광회로에 대하여

CdS란 비추어지는 빛의 양에 따라 내부 저항이 변화하는 반도체 소자를 말하는 것으로서, 포토 트랜지스터와 다른 점은 극성이 없고, 바이어스가 필요 없는 것 등을 들 수 있다.

그림 2를 보자. CdS의 동작을 나타내고 있다. 그리고 CdS의 동작은 **그림 2**와 같이 광량이 많으면 저항값이 낮아지지만, 전혀 빛을 비추지 않으면 거의 절연상태까지 저항값이 높아진다.

이 특성을 이용하여 수광 스위치를 구성하면, **그림 2**와 같이, 보통은 트랜지스터를 도통으로 해 두고 수광했을 때만 트랜지스터를 불도통으로 하는 베이스 바이어스 회로를 CdS로 구성하면 되게 된다.

□ 계전기 구동회로에 대하여

계전기를 구동하는 스위치 회로는 전구를 구동하는 회로와 다름이 없지만, 계전기는 전자부품으로서 인덕턴스분이 있기 때문에, 여러가지 귀찮은 현상이 나타난다.

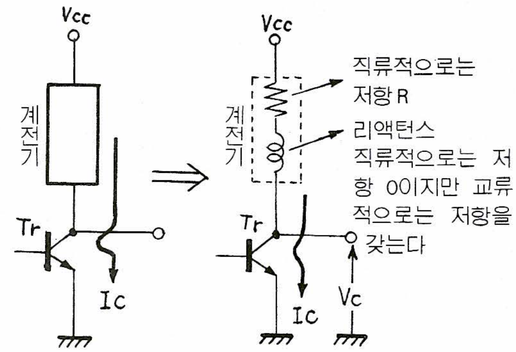
인덕턴스란 코일에 교류를 흘릴 때의 저항으로서, 트랜지스터가 스위치할 때의 전류 상승이 이 교류에 해당한다.

그림 3을 보자. 여기에 계전기 구동의 설명도가 나와 있다. 이 **그림 3**에 있는 것과 같은 플라이백 전압이라 불리는 전압변화가 계전기를 구동시킬 때에 문제가 되는 것이다. 이 플라이백 전압을 무시하면 스위치용의 트랜지스터에 과대한 부하가 걸려, 트랜지스터를 파괴하는 원인이 되기 때문에 **그림 3**과 같이, 다이오드를 사용하여 이것을 없애는 연구가 필요해진다.

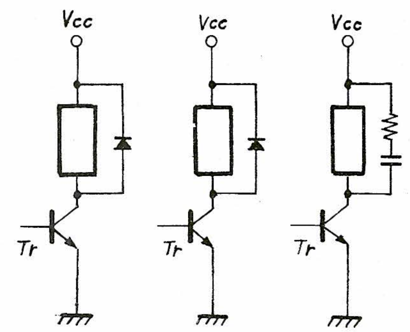
□ 회로동작과 구성

여기까지의 설명으로 충분히 게임 회로의 내용과 동작을 이해하게 되었으리라 생각한다. 이번에는 게임 회로를 구성하고 있는 각부의 회로 동작을 설명해 본다. **그림 4**에 전체 회로도가 나와 있다.

〔그림 3〕 계전기 구동회로

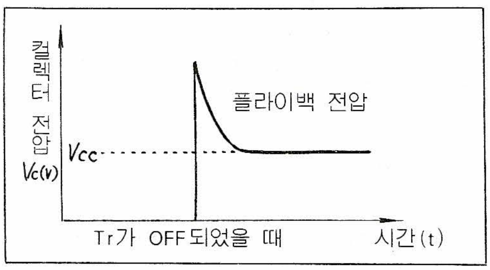


〈계전기 등가회로〉



(a) 다이오드 (b) 배리스터 (c) CR

플라이백 전압을 내지 않기 위한 서지업소버 회로



Tr가 OFF가 될 때, 리액턴스의 동작으로 한 순간 Vcc 이상의 전압이 컬렉터에 가해진다

□ CdS 수광회로

회로도의 수광부를 보자. 수광소자인 CdS는 Tr의 베이스와 GND 사이에 들어가고, Tr의 베이스 바이어스용 저항으로서 사용되었다. 이번의 베이스 바이어스 법은 V_{cc}를 50kΩ의 가변저항에 의하여 저항분할하고, 베이스 바이어스를 주는 방식이기 때문에 수광했을 때 Tr가 불도통이 되는 동작을 한다.

불도통이라는 것은 컬렉터가 `1"이 되는 것이기 때문에 수광하면 상승 펄스를 출력하게 된다.

이 컬렉터 출력과 NOT의 사이에 저항과 콘덴서, 다이오드에 의한 적분회로가 들어 있다. 이 적분회로는 NOT의 입력 펄스를 지연시키고 콘덴서의 방전회로가 된다.

수광회로의 종단에는 NOT가 들어 있어 Tr로부터의 상승 펄스를 로직 레벨의 하강 펄스로서 다음 단의 제어용 원쇼트 멀티 바이브레터에 출력한다.

□ 원쇼트 멀티바이브레이터

이 원쇼트 멀티 바이브레이터는 **SN74121 (N)** 을 사용하여, 펄스 폭을 1초 전후로 정하고 있다. 입력 트리거는 A_2를 사용하여, 펄스의 하강으로 동작하도록 사용한다. 앞에서도 설명했지만, 이 원쇼트 멀티 바이브레이터는 3개의 동작제어를 하는 중요한 회로이다. 그럼 다음에 이 3가지 제어신호 및 동작을 설명한다.

가령, 수광부가 빛을 받았다고 하자. 그러면 Q출력에서는 `0"→`1"→`0" 펄스가 출력되어, 계전기 구동회로를 제어한다. 이와 동시에 $\bar{Q}$출력에서도 `1"→`0"→`1" 펄스가 출력되고, 명중제어와 오토 게이트 크로스 제어를 한다.

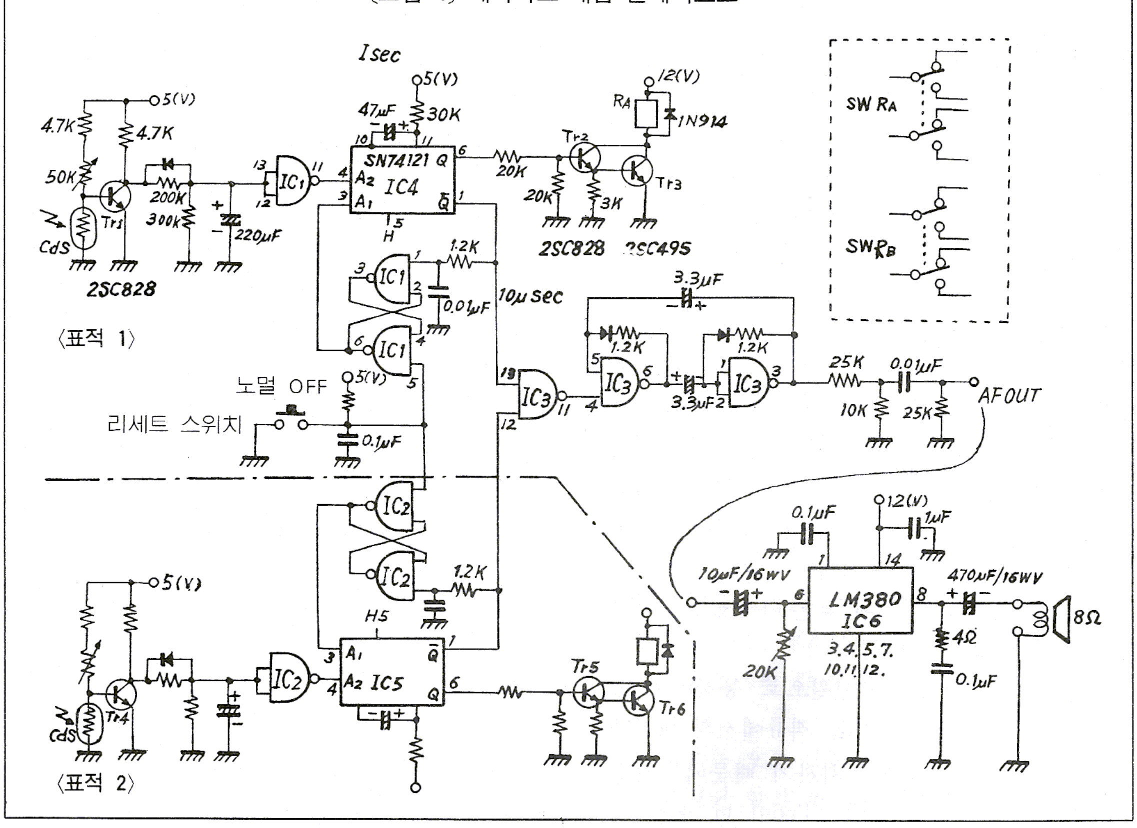
□ 오토게이트 크로스 신호발생회로

오토게이트 크로스 동작이란 원쇼트 멀티 바이브레이터의 입력 트리거 게이트를 자동적으로 닫는 동작이다. **SN74121 (N)**은 B입력을 `1"로 하여 $A_2$ 입력을 트리거 입력으로 하면, $A_1$ 입력에 의하여 게이트의 개폐동작을 할 수 있다. 이 게이트 개폐동작은 $A_1$의 상태로 결정되고, $A_1$이 `0"일 때 Q 출력을 `0"에 유지하는 동작을 한다.

그러므로 오토 게이트 펄스는 원쇼트 멀티 바이브레이터의 출력에 의하여 `1"에서 `0"으로 전위하고, 리세트까지의 사이를 유지할 필요가 있다. 그래서 오토 게이트 크로스 펄스 발생회로에는 R-S-FF를 사용한다.

이 R-S-FF의 세트 입력은 원쇼트 멀티 바이

〔그림 4〕 레이저포 게임 전체회로도



브레이터의 $\bar{Q}$출력을 사용하여, R-S-FF의 $\bar{Q}$에서 오토 게이트 크로스 펄스를 출력한다.

또 R-S-FF의 세트 입력에 들어 있는 적분회로는 신호 지연용으로서, 원쇼트 멀티 바이브레이터가 확실히 동작하도록, 오토 게이트 크로스 펄스의 발생을 50나노초(1나노초 = 1nS = 0.000000001초) 이상 지연시킨다.

□ 리세트 스위치

리세트는 오토 게이트 크로스의 신호를 반전시키면 되기 때문에, R-S-FF의 리세트 입력을 노멀 오프 스위치로, 일시적으로 `0″으로 만들어 준다. 그러나 이 때 수광동작이 진행 중으로서 세트 입력도 `0″이 되어 있었다고 하면 당장은 리세트가 걸리기까지 리세트 스위치를 계속해서 누른다.

□ 계전기 구동회로

이 회로에서는 원쇼트 멀티 바이브레이터의 Q 출력에 의하여 계전기를 구동시키는 회로로서, Tr 2석을 사용했다. 그럼 이 회로를 입력에서 보자. 계전기 제어 펄스는 `0″→`1″→`0″이기 때문에 0(V)에서 5(V)로 변화하는 것이다. 여기서 Q출력이 `0″일 때는 어떨까. 이 때 초단의 Tr2의 베이스는 0(V)이므로, Tr2에는 순방향 베이스 바이어스가 걸리지 않는다. 그래서 Tr2가 불도통으로 되어 있다. 따라서 Tr3의 베이스도 0(V)이기 때문에 Tr3도 불도통이 되고 계전기는 구동하지 않는다.

또 Q출력이 `1″일 때는 어떤가. Q출력은 5(V)가 되기 때문에, Tr2의 베이스는 2.5(V)의 순바이어스가 걸리게 되어, Tr2는 도통이 된다. 그리하여 Tr3의 베이스에는 Tr2의 컬렉터 전류와 3kΩ에 의하여 순방향 바이어스가 걸리고 도통이 된다. 그러면 계전기에 전류가 흐르기 때문에 계전기를 구동시키게 된다.

계전기와 병렬로 배선해 놓은 다이오드는 앞에서 설명한 서지업소버이다.

계전기는 12(V)의 직류전원으로 동작하는 것이면 어떤 종류라도 좋지만, 직류에서의 내부저항값에 따라 소비전류가 변화하기 때문에, 사용하는 계전기에 맞추어 Tr3, Tr6이 더 좋을 것



이다.

또 표적을 많이 만들 때는 트랜지스터 어레이를 사용하면, 배선의 번거로움도 없고 경제적으로 할 수 있다.

□ 표적 액션 스위치

이 스위치는 계전기 스위치 단자를 말한다. 이 계전기에 의하여 전환되는 스위치는 전자회로의 전원과 전기적으로 완전 분리되어 있기 때문에, 모터의 스위치나 적용 전원의 스위치 중 아무거나 사용해도 된다. 이번 표적의 동작은 모두 이 스위치가 한다.

□ 명중음 발생회로

각 표적으로부터의 명중음 제어신호는 NAND에 의하여 1개의 제어신호로 되고, 명중음 발생 멀티 바이브레이터의 콘트롤 게이트에 입력된다.

이 멀티 바이브레이터 출력은 0(V)↔5(V)의 펄스이므로, 이것을 저항으로 감쇠시키고, 필터를 통해 스피커용의 파워 앰프 입력에 출력한다.

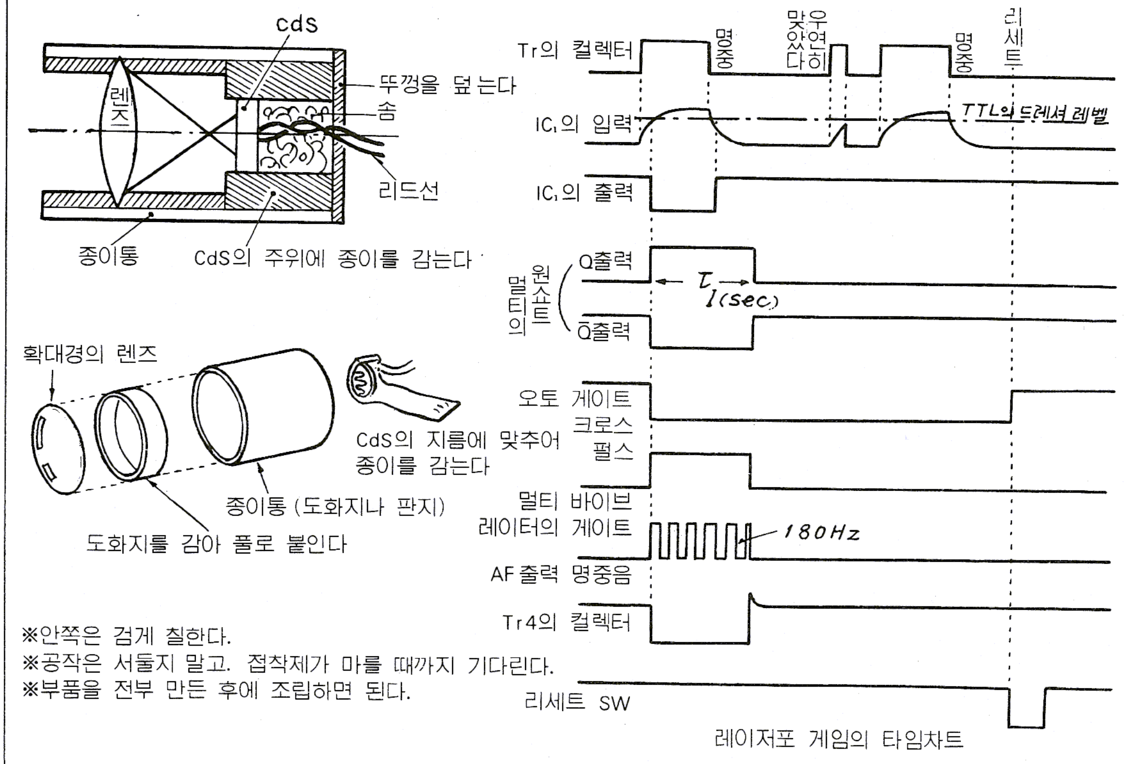
□ 파워 앰프

여기서도 파워 앰프 IC인 **LM380**을 이용하여 앰프를 만들었다. 소유하고 있는 앰프가 있는 사람은 다시 만들 필요가 없다.

□ 회로의 조립과 동작 체크

드디어 레이저포 게임을 조립할 차례다. 어느 회로나 모두 지금까지 한번은 나왔던 회로이기 때문에 어려운 곳은 없다. 동작만 알면 부품은

〔그림 5〕 레이저포의 타임 차트와 수광부



간단하기 때문에 배선의 착오도 염려할 것 없을 것으로 생각한다.

□ CdS 수광회로의 조립 (CdS, Tr1)

그림 5에 CdS 수광부의 조립방법이 나와 있다. **그림 5**와 같이 렌즈를 짜 넣지 않아도 충분히 동작하지만, **그림 5**와 같이 만들어 두면 여러 가지 광검출기로서도 이용할 수 있어서 편리하다.

그림 6에 프린트 패턴의 일례가 나와 있다. 여기서는 Tr 나 저항을 많이 사용하기 때문에, 프린트 배선하는 것이 착오가 적게 된다.

그럼 배선을 시작하자. 수광회로의 스위치용 Tr는 **2SC828**이다. 수광감도 조정용의 저항은 반고정으로 되어 있지만, 보통의 VR로 하여 수광부의 옆에 내어 두면 편리하다. 또 방전로용 다이오드의 내압은 미방향 내압 100(V) 이상인 것이면 무엇이든 사용해도 된다. 신호 지연용의 콘덴서 용량은 클수록 지연시간이 길어지기 때문에 각자 임의의 값을 넣는다. 여기서 동작의 체크를 한다. CdS를 Tr1의 베이스와 GND의 사이에 접속하고 전원을 넣는다. Tr1의 베이스와 이미터 사이의 전압을 재면서 감도조정 VR를 돌리면 전압은 변화할 것이다. 다음에 Tr1의 컬렉터와 GND 사이의 전압을 재고, 0(V)가 되게 감도조정을 한다. 그럼 이제 CdS에 빛을 비추어 보자.

CdS는 빛이 닿았기 때문에 저항이 내려가고, Tr1은 불도통으로 되어 컬렉터 전압은 5(V)로 상승할 것이다.

이상의 체크가 끝났으면 **SN7400(N)**을 고정시키고, 로직 테스터로 11번핀을 체크한다. CdS에 빛이 닿으면, 11번핀은 "1"→"0"의 동작신호를 출력할 것이다.

□ 원쇼트 멀티 바이브레이터

SN74121(N)에 의한 원쇼트 멀티 바이브레이터 회로이다. 펄스폭을 1초로 정하기 때문에, 저항과 콘덴서의 값은 따라서 30kΩ과 47μF이 된다.

이 회로는 오토 게이트 크로스 회로와 프린트로 접속되어 있기 때문에 단독으로 동작 체크를

할 수는 없다.

□ 오토 게이트 크로스와 리세트 회로 (IC1)

이 회로는 **SN7400 (N)**에 의한 R-S-FF이다. 세트 입력인 1번핀과 **SN74121 (N)**의 $\overline{Q}$ 출력 1번핀을 1kΩ의 저항으로 접속한다. 게이트 크로스 신호는 리세트 출력을 사용하여, **SN74121 (N)**의 A_1 입력에 귀환시킨다. 5번핀은 리세트 스위치에 접속한다.

그럼 원쇼트 멀티 바이브레이터 회로와 함께 동작의 체크를 한다.

먼저 전원을 넣고 IC에 전원이 가해지는지 체크한다. 다음에 CdS에 빛이 들어오지 않게 하여 회로에 리세트를 건다. 이 때 IC4의 1번, 4번, 3번, 5번핀은 모두 "1"이 되어 있을 것이다. 그리고 IC2의 6번핀의 상태를 체크하면서 CdS에 빛을 비춘다. 이 때 6번핀은 "0"→"1"→"0"의 동작을 할 것이다. 또 6번핀이 "0"으로 복귀하면 IC2의 3번핀을 체크한다. 앞에서 "1"이었던 것이 "0"이 되어 있을 것이다. 거기서 한번 더 리세트를 걸어 IC2의 3번핀이 "1"이 되었는지 확인한다.

□ 계전기 구동회로의 조립 (Tr2, 3)

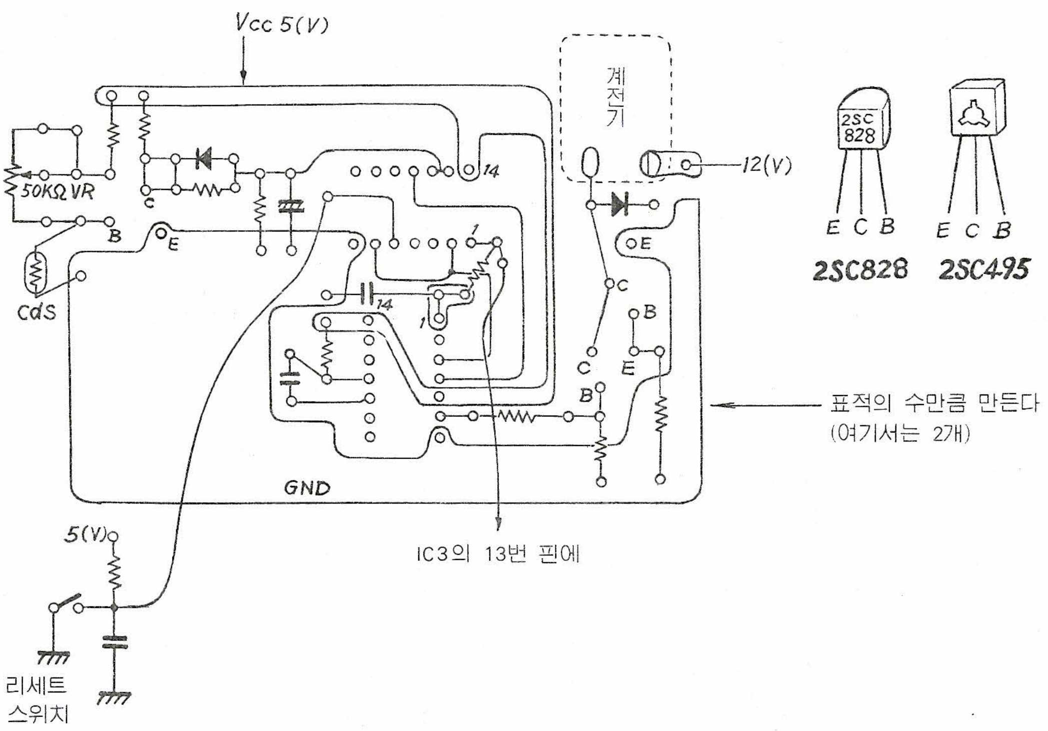
별로 어려운 회로가 아니므로 그다지 문제 될 것은 없는데, Tr의 다리와 다이오드의 극성에 주의한다. 또 전원전압은 12V지만, 다이오드에는 그 이상의 전압이 걸리기 때문에 다이오드의 내압에도 주의한다.

TR3은 **2SC495**를 사용하지만, 굳이 방열판을 붙일 필요는 없다.

그럼 동작 체크를 한다. 먼저 **SN74121 (N)**의 6번핀에서 접속하는 입력저항을 떼어 두고, 계전기 회로만 체크해 나간다.

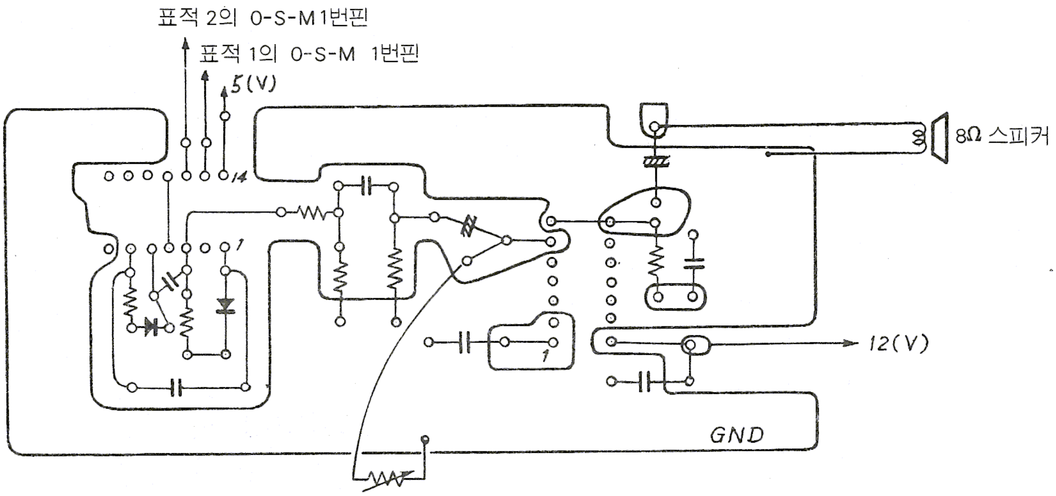
계전기의 전원단과 GND에 12V의 전원을 접속하고, Tr2의 베이스에 5(N)을 가하면 계전기가 동작할 것이다. 그리고 IC4의 6번핀과 Tr2를 저항으로 접속한다. 5(V) 전원도 넣고 CdS에 빛을 비추면 계전기가 1초 동안만 동작한다.

〔그림 6〕 레이저포의 타임 차트와 수광부



〔그림 8〕 프린트판

명중음 발생용 멀티 바이브레이터와 파워 앰프



□ 명중음 발생회로의 조립 (IC3, 6)

NAND 2개에 의한 멀티바이브레이터 회로에서 가장 문제가 되는 점으로서는 명중음 제어 신호를 하나로 통합하는 NAND의 입력수이다. 여기서는 표적을 2조 밖에 만들지 않았기 때문에 2입력 NAND를 사용했지만, 표적의 수를 더 늘리고 싶을 때는 이 NAND를 4입력이나 8입력 NAND로 바꾸어 줄 필요가 있다.

스피커 앰프는 **LM380**으로 만들었다. 그럼, 동작체크를 하자. 스피커를 앰프에 접속하고 앰프에 12(V), IC3에 5(V) 전원을 접속한다. 그리고 IC3의 12번을 "1"에, 13번을 "0" 으로 한다. 이 때 스피커에서 부우 하는 명중음이 나면 완성이다.

다음에 표적 제어회로에서 꺼낸 명중음을 제어 신호를 13번, 12번 핀에 각각 배선하기 바란다.

이것으로 레이저포 게임의 전체회로가 만들어졌다. 전원을 넣고 회로 전체의 동작을 한번 더 체크해 본다.

먼저 리세트 스위치를 누르고 회로에 리세트를 건다. 이 때는 계전기도 동작하지 않고, 소리도 나지 않는다. 다음에 표적 1의 CdS에 빛을 비춘다. 그러면 표적 1의 계전기가 동작하고 명중음이 난다. 또 표적 2에도 빛을 비추어 본다.

이번에는 표적 2의 계전기가 동작하고 명중음이 난다. 이것으로 표적 1, 2가 모두 명중한 것인데, 다시 CdS에 빛을 비춘다. 이번에는 표적 1, 2가 모두 아무런 동작도 하지 않을 것이다. 한번 더 리세트를 걸어 이 동작을 확인한다.

이것으로 레이저포 게임의 표적회로는 완성되었다. 다음에 레이저포와 표적 액션의 예를 소개한다.

□ 레이저포의 제작법

원래 같으면 레이저포의 광원으로서 플래시를 이용해야겠지만, 가격이 비싸므로 12(V)의 꼬마전구와 회중전등의 반사판을 이용하여 레이저포를 만든다.

그림 9를 보자. 이것이 지금 만들 레이저포의 회로와 조립도이다.

전지는 1.5(V)짜리를 8개 사용하여 12(V)를 꺼낸다. 콘덴서와 계전기는 발사 시간을 제한하고 있다. 왜 발사시간을 제한하는가에 대해서는 동작파형을 보기 바란다. 이것은 콘덴서의 충전 시간을 이용한 것으로서, 한번 발사하면 재차 발사할 수 있을 때까지 어느 정도 기다리지 않으면 안되고, 레이저포 같으면 에너지 충전시간이 된다.

그러나 이것은 어디까지나 레이저포의 일례에 지나지 않으므로, 회중전등 그대로도 좋다.

레이저포의 모양은 **그림 9**에서도 알 수 있는

것과 같이, 언뜻 보기에 바주카포와 같아 어깨에 메고 표적을 겨눈다. 방아쇠는 마이크로 스위치를 이용하면 공작하기가 수월하다.

가장 힘드는 공작은 방아쇠를 붙이는 손잡이 부분인데, 시판되는 플라스틱 완구를 이용하면 쇠톱만으로도 공작할 수 있다.

전지 박스는 판지로 만든다. 전지 고정에는 스펀지를 이용하고, 비닐 테이프로 고정시키면 상당히 강한 충격에도 견딜 수 있다.

레이저포의 포신과 본체는 염화비닐의 파이프를 이용하지만, 공작이 까다롭고 또 경제적으로 하기 위해서는 판지를 말아서 파이프를 만들어 쓰면 된다.

□ 표적 액션 구동

표적으로 어떤 명중동작을 시키느냐에 따라서 모터 구동으로 할 것인가 전자석 구동으로 할 것인가가 결정된다. 모터 구동은 많은 동작을 할 수 있지만, 공작은 까다롭게 된다.

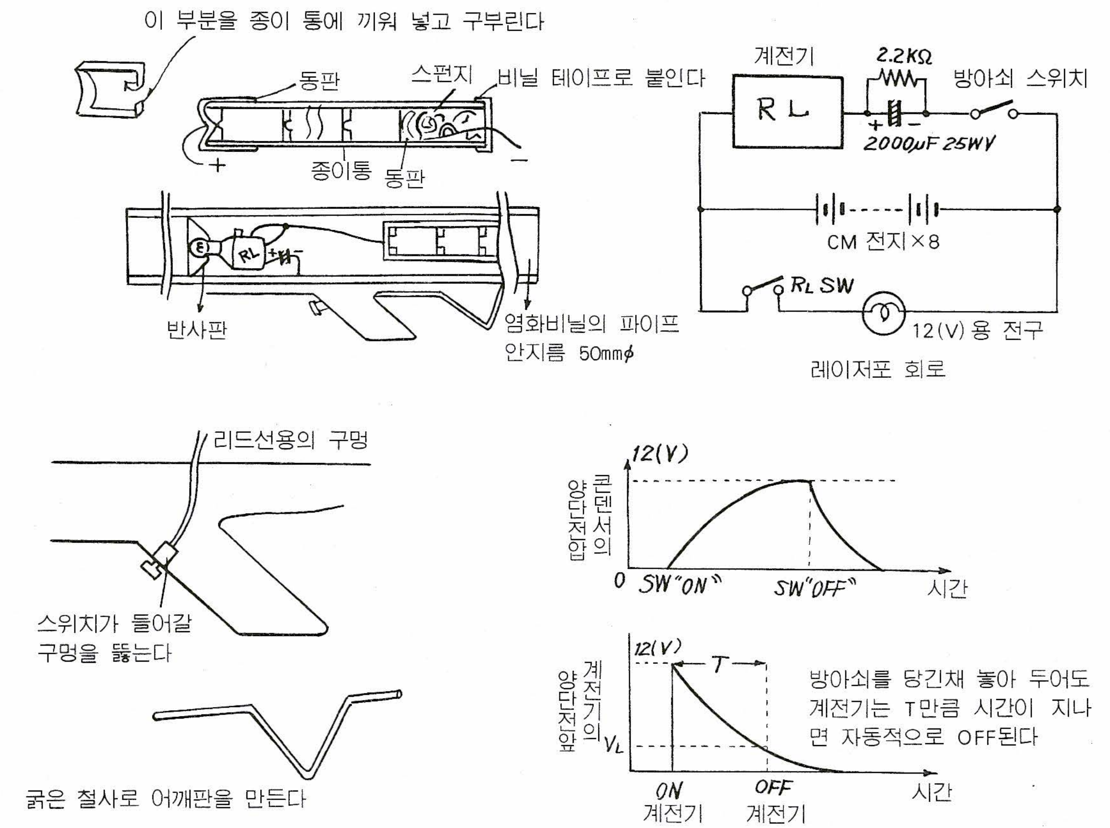
그래서 여기서는 계전기의 스위치로 전자석을 구동시켜, 훅을 푸는 가장 간단한 동작을 생각해 보았다.

그림 10에 명중동작부의 제작법이 나와 있다.

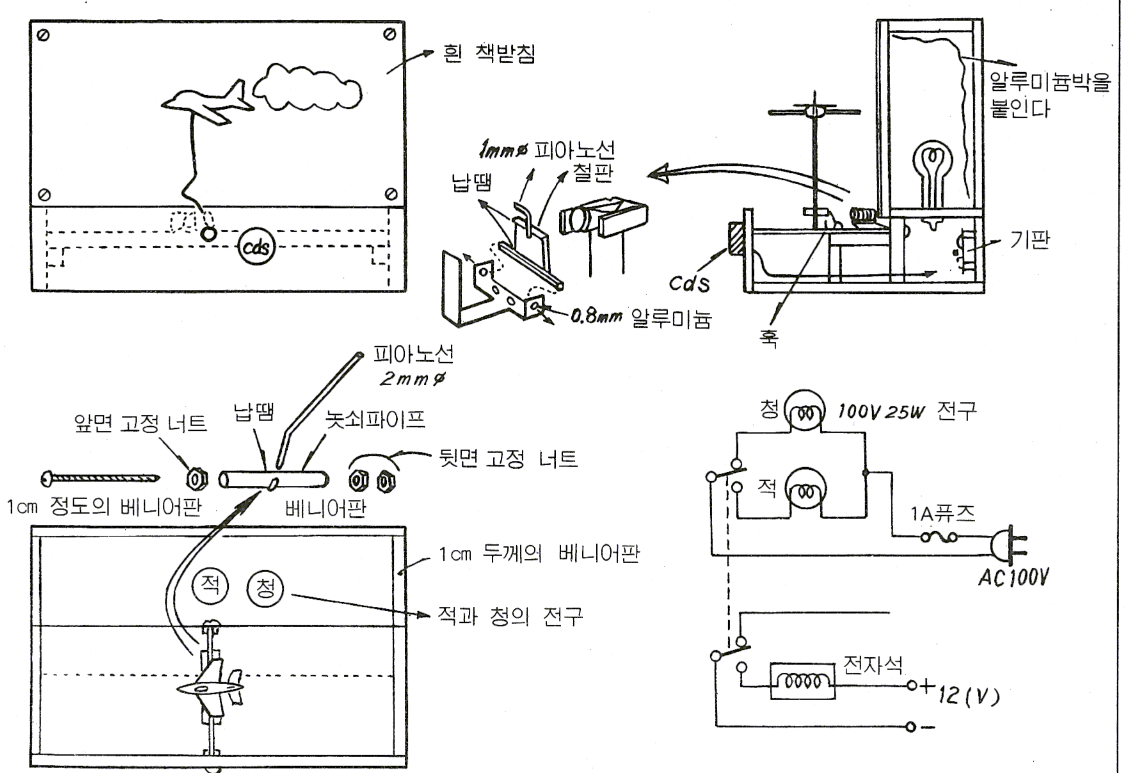
전자석은 손수 감아도 되지만, 화학 장난감의 벨이나 버저를 이용하는 것이 좋다. 또 표적이 움직이는 동시에 전구를 발광시키면 더 효과를 낼 수 있을 것으로 생각한다.



〔그림 9〕 레이저포의 제작법

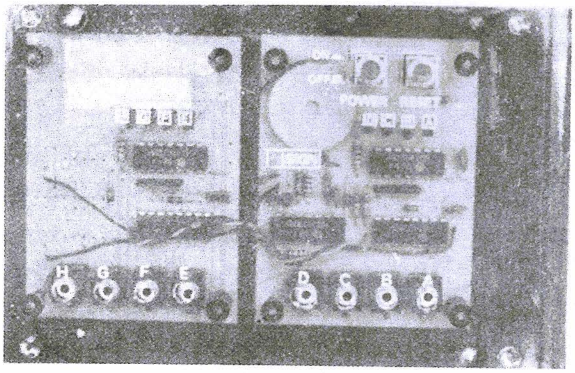


〔그림 10〕 명중 액션부

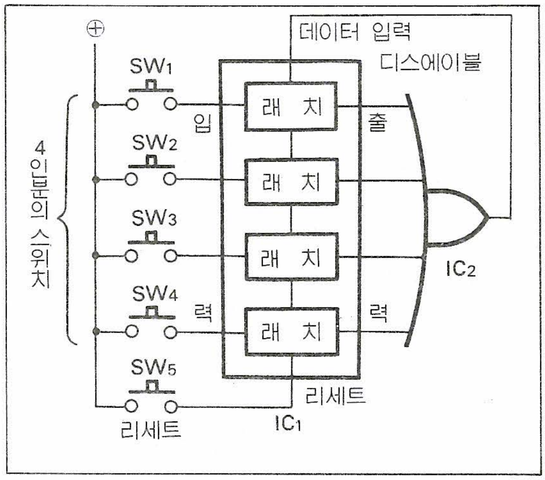


부 품 표

트랜지스터 CdS	2	300kΩ	1
2SC495	2	VR 50kΩ	2
2SC828	4	20kΩ	1
IC **SN7400(N)**	3	콘덴서 0.01μF	1
SN74121(N)	2	0.1μF	3
LM **380**	1	1μF	1
다이오드	4	10MF(16WV)	1
저항 4Ω	1	470μF(16WV)	1
1.2kΩ	4	220μF(6WV)	2
3kΩ	2	47μF(6WV)	2
4.7kΩ	5	3.3μF(6WV)	2
20kΩ	4	계전기 스위치 DC 12(V)로서 150(Ω) 이상인 것	2
30kΩ	2	노멀 OFF 푸시버튼	2
200kΩ	1		



8사람까지 즐길 수 있는 빨리 누르기 게임

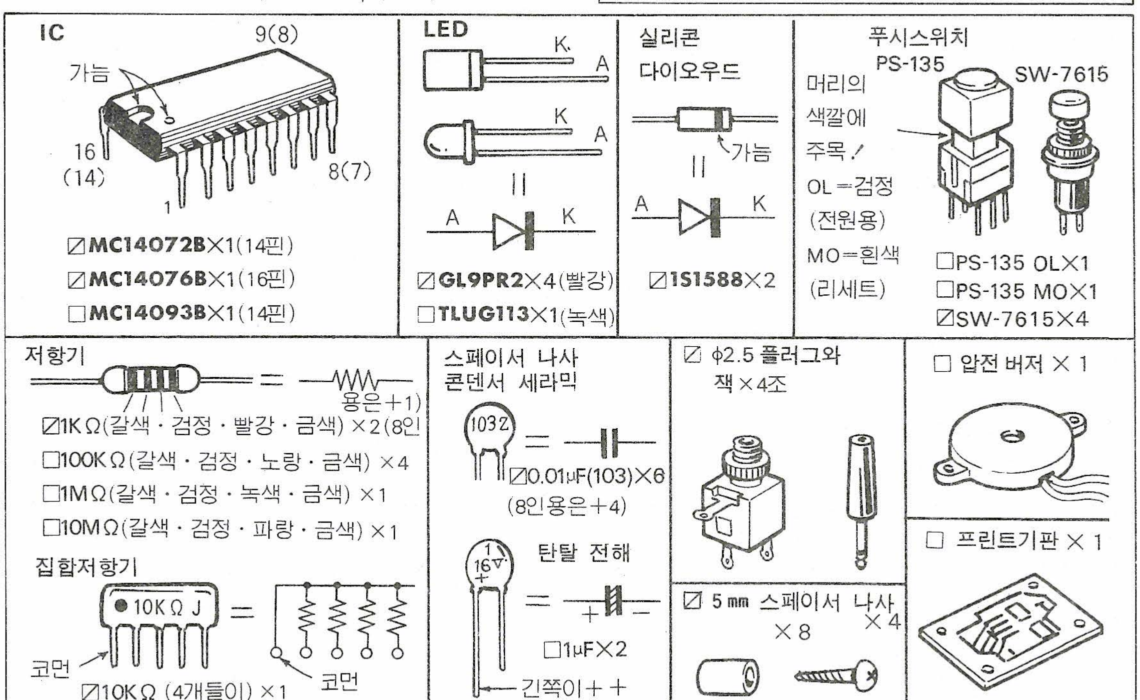


누가 가장 빠른가 반사신경을 겨루는 빨리 누르기 게임이다. 지금까지는 2인용이 주로 많았지만, TV의 퀴즈 프로와 같이, 여러 사람(4인 : 옵션의 추가로 8인)이 경쟁할 수 있게 연구되어 있다.

□ 회로의 구조

〔그림 3〕은 4인용 빨리 누르기 게임의 기본 회로이다. IC_1은 래치라 불리는 회로가 4조 들어 있다. 또 IC_2는 4입력 OR 게이트이다.

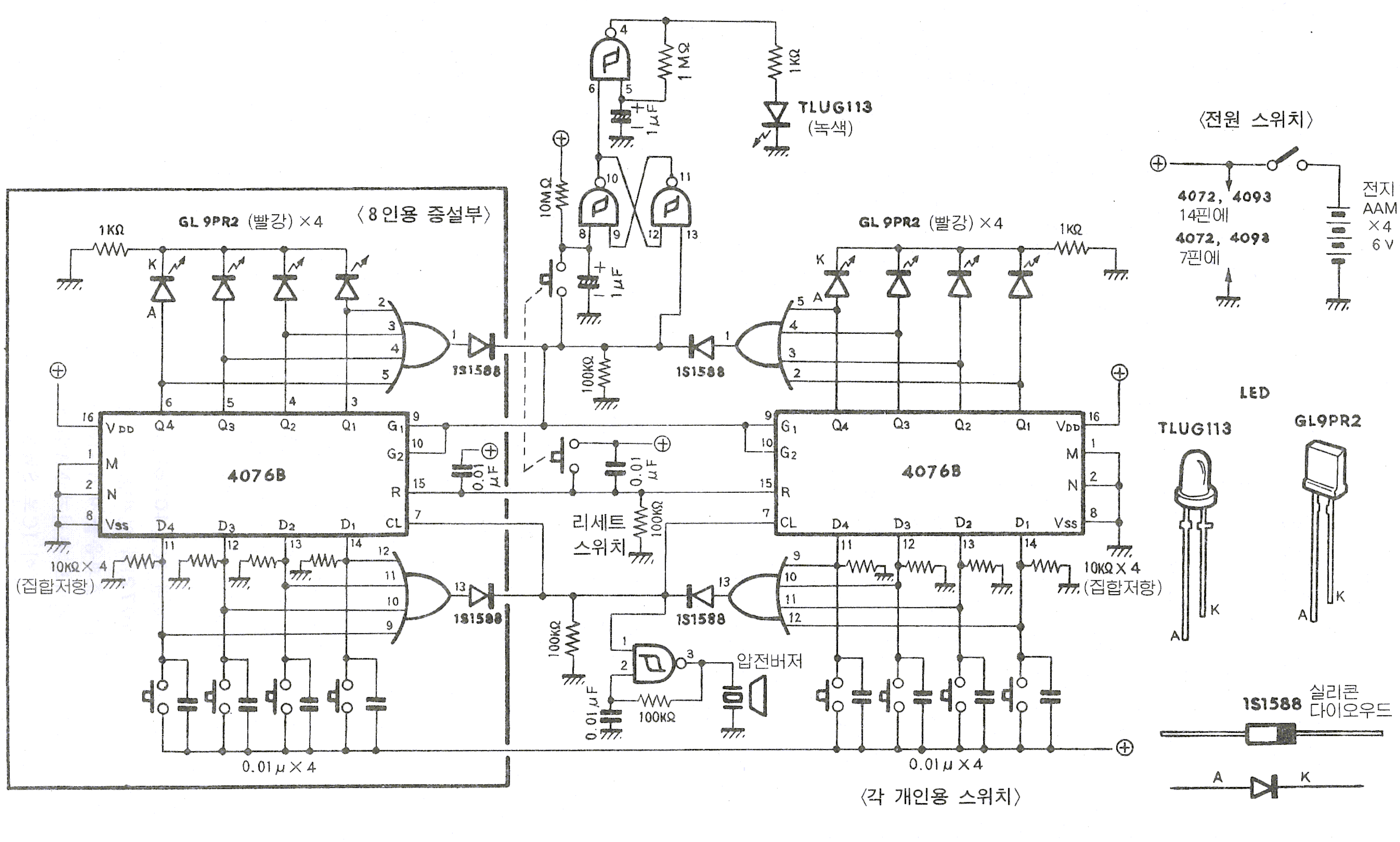
먼저 리세트 스위치를 ON하면, IC_1의 4개의 출력은 모두 「0」에 리세트 된다.」여기서 $SW_{1\sim4}$



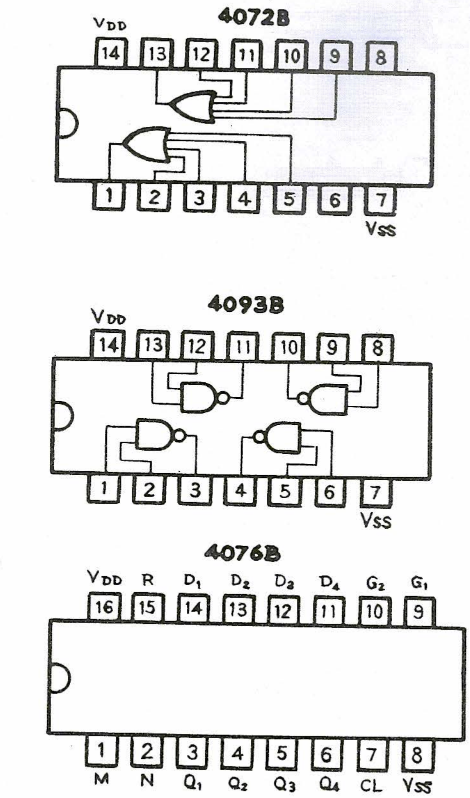
● ☑은 8인용일 때 1조씩 더 추가하는 부품이다
● 그 밖에 배선용 코오드, 게이트 등이 필요하다

8인용 증설부는 별도로 산다

〔그림 1〕 전체회로도



〈8인용 증설부〉
GL 9PR2 (빨강)×4
1KΩ
4076B
1S1588
10KΩ×4 (집합저항)
0.01μ×4
10MΩ
1MΩ
1μF
100KΩ
0.01μF
리세트 스위치
TLUG113 (녹색)
압전버저
〈각 개인용 스위치〉
〈전원 스위치〉
4072, 4093 14핀에
4072, 4093 7핀에
전지 AAM ×4 6V
LED
TLUG113
GL9PR2
1S1588 실리콘 다이오우드

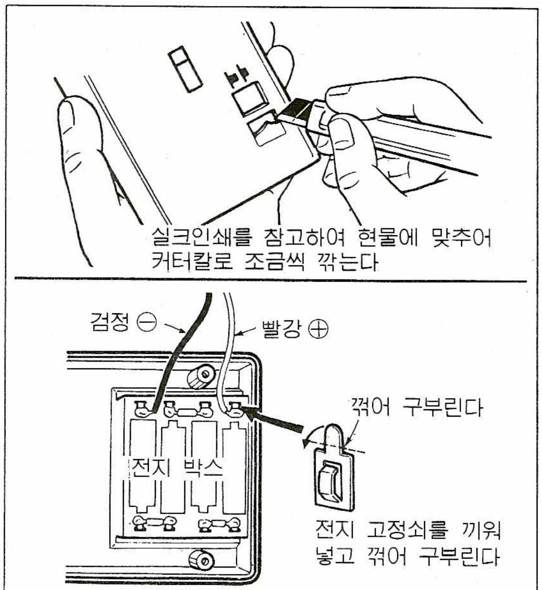


IC (윗면도)

의 어느 하나를 ON으로 하면, 거기에 대응하는 래치의 입력이 「1」이 되고, 그 출력도 「1」이 된다. 래치는 F·F(플립플롭)의 일종으로서, 일단 입력이 있으면 그 신호를 기억하는 작용이 있기 때문에, 지금의 그 스위치를 OFF로 하여 입력을 「0」으로 돌이켜도 출력은 「1」인 그대로다.

그런데, 래치의 출력 어느 하나가 「1」이 되면 IC_2의 출력도 「1」이 되고, IC_1의 데이터 입력을 금지하기 때문에, 이 이후에 $SW_{1\sim4}$의 어느 것을 눌러도 IC_1의 4개의 래치 상태는 변화하지 않는다. 이렇게 하여 맨 처음에 눌러진 SW에 대응하는 래치의 출력만이 「1」에 있게 되고, 그 신호로 LED를 점등하면 누가 가장 빨랐는지를 알 수 있다.

〔그림 1〕의 회로도를 보면 IC_1(**4076**)의 입력쪽에도 4입력 OR(**4072**)가 있지만, 이것은 SW를 눌렀을 때"빅"하는 효과음을 내기 위해서이다. 소리의 발생에는 시미트 트리거 NAND게이트 **4093**을 사용하고, 또 이 IC로 SW를 누르는 시각을 알리는 신호회로를 구성하고 있다.



〔그림 4〕 구멍뚫기 가공과 전지박스의 배선

8사람으로 할 경우에는 4인용의 회로를 1조 더 가하여, 다이오우드에 의한 OR 게이트로 접속한다.

□ 제작해 보자

각 부품의 고정은 〔그림 2〕의 실체도와 같이, 저항과 콘덴서, IC, LED, 스위치의 순서로 각 부품을 납땜한다.

8인용의 추가기판에는 붙이지 않아도 되는 부품이 있기 때문에 틀리지 않도록 주의하자.

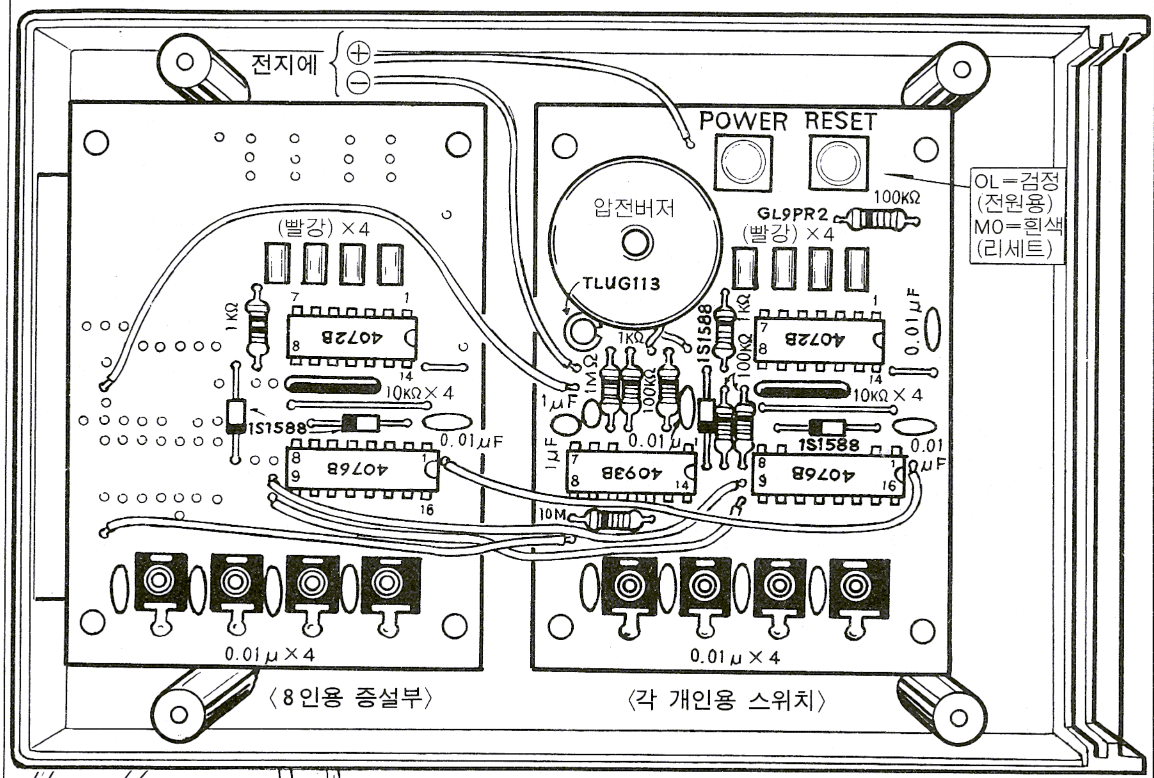
기판의 납땜이 끝났으면, 다음에 전지 박스를 배선하고 맨 나중에 케이스를 가공한다〔그림 4〕.

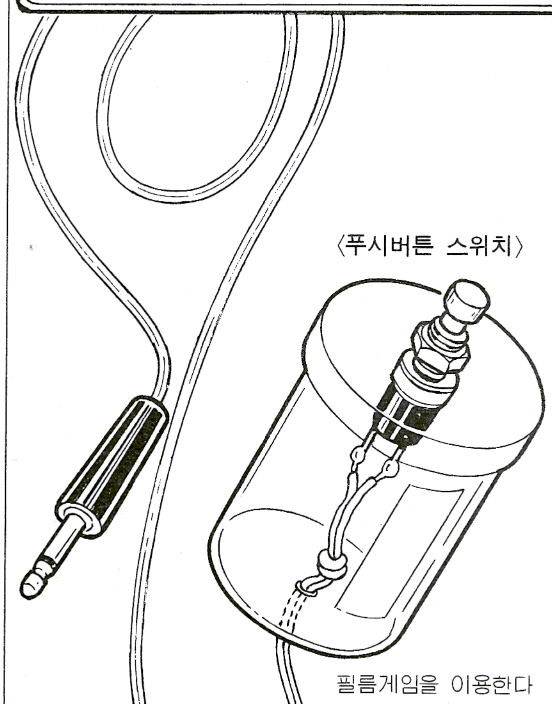
□ 사 용 법

혹시나 알 수 없으니 한번 더 부품의 이름, 번호, 다리의 방향 등에 잘못이 없는지 점검한다. 특히 납땜을 했는데도 완전히 잘 붙어 있지 않거나, 이웃의 패턴과 단락, 합선 되어 있는 수가 많으므로 안쪽도 잘 살펴 보자.

정확하게 되었다고 생각되면 전원 SW를 ON한다. 녹색 신호의 LED가 점멸하는가? 10초 정도 있으면 이 LED가 켜져 있으므로, 그 순간에 일제히 SW를 누른다. 그러면"빅"하는 소리와 함께 맨 처음에 눌러진 SW에 대응하는 LED

〔그림 2〕 실체도





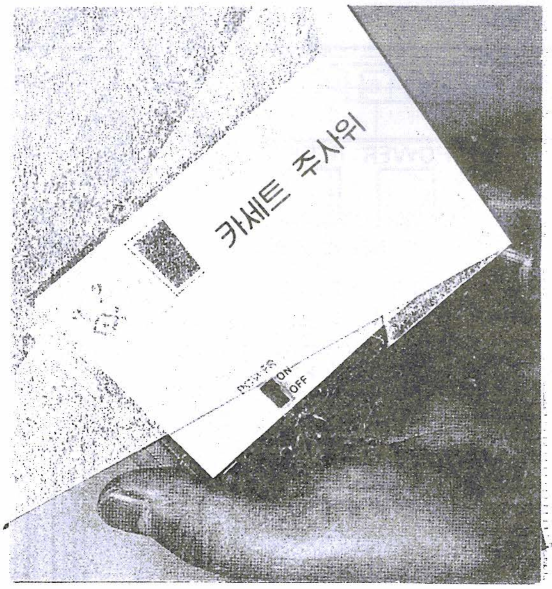
만이 켜진다.

만일 아직 녹색의 LED가 점멸하고 있는 동안에 SW를 눌러 파울이 되어 버리면, 이 LED는 점멸을 계속한다. 최초에 파울한 사람의 빨간 LED가 켜져 파울을 알려 주는 것이다.

이렇게 하여 이 게임은 신호의 LED를 보면서 반사신경을 겨루는 외에, TV의 퀴즈 프로와 같이, 누가 가장 빠른가를 겨루는데도 쓰인다. 그 때는 파울은 관계 없으므로 신호의 LED는 무시한다.

한번 승부가 나고, 다시 시작하기 위해서는 리세트 SW를 한번 누른다.

또 추가기판을 가하면 4인분씩 증가시켜 40인용 정도까지 될 수 있다.



디지틀로 표시되는 카세트 주사위 게임의 제작

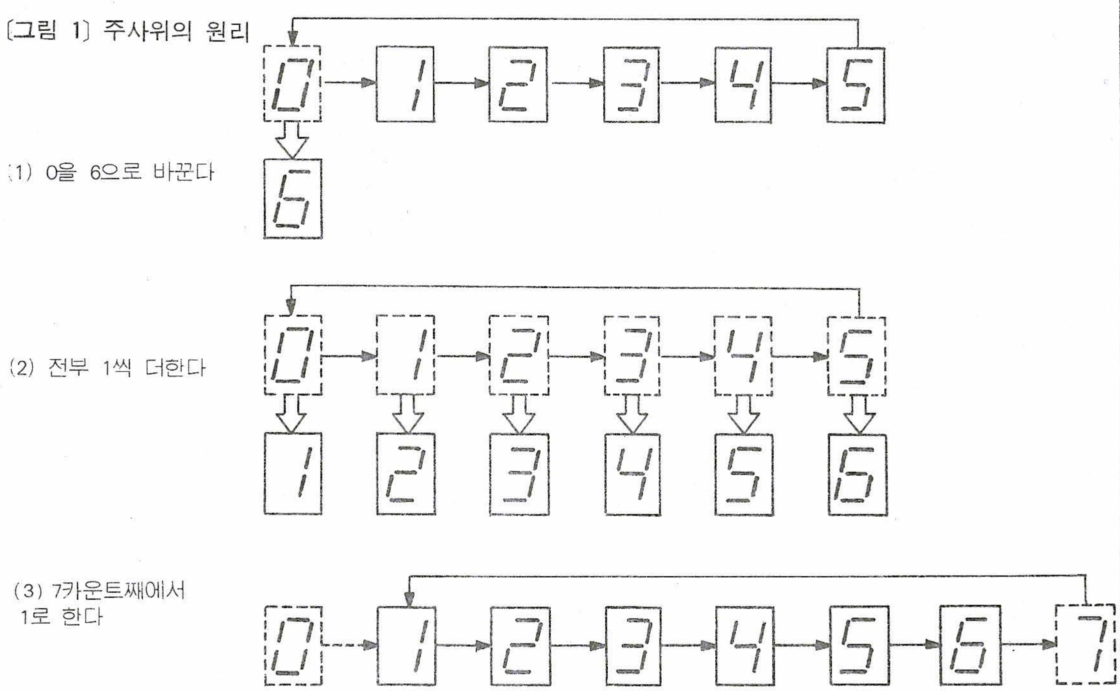
이번 카세트 케이스 공작 게임 등에 여러 가지로 사용되는 편리한 카세트 주사위를 만들어 보자. 주사위의 눈 대신 창안이 디지틀의 숫자로 표시되기 때문에 멋있다.

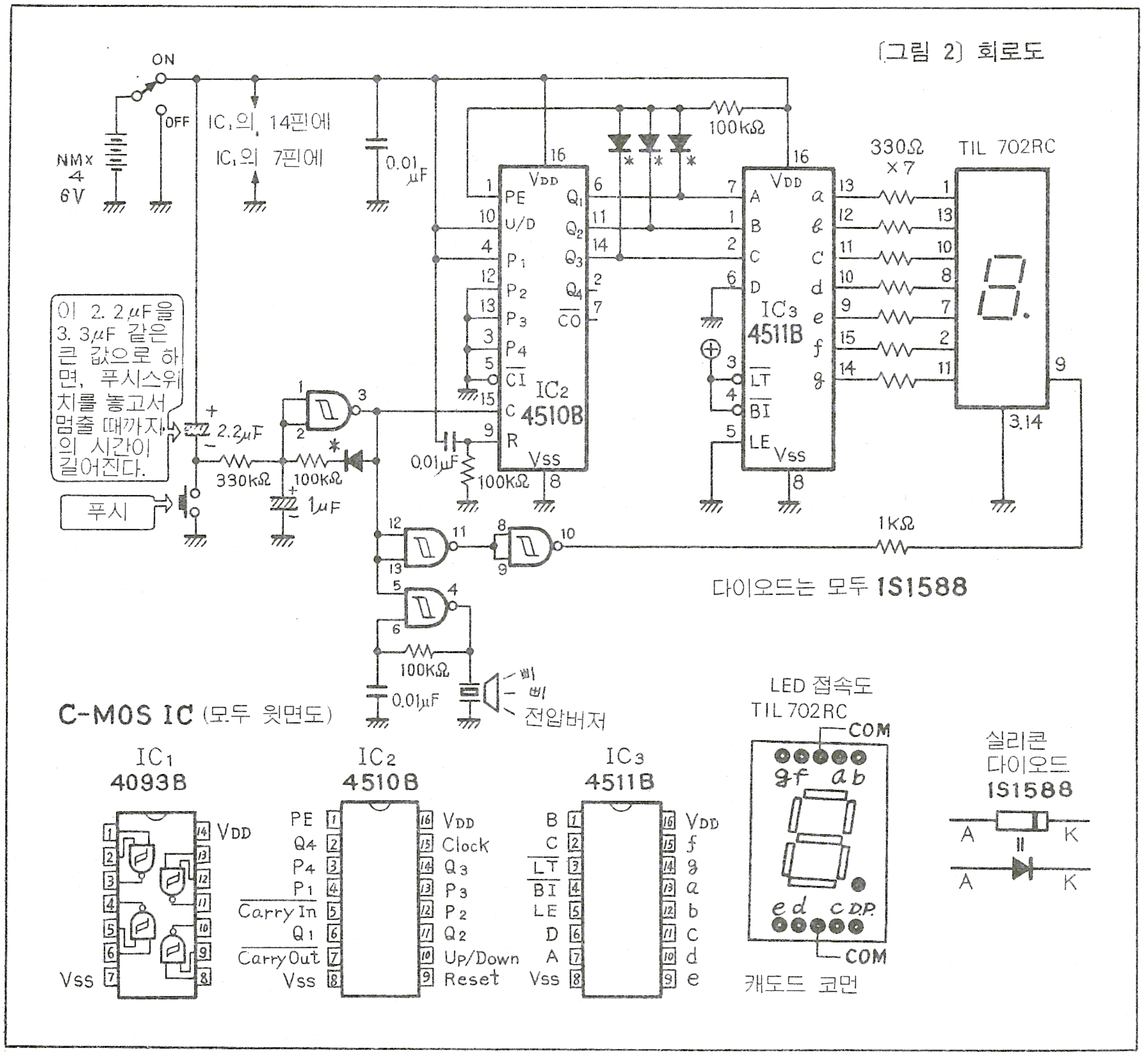
□ 회로의 구조

주사위는 1~6까지의 숫자 중 어느 하나를 랜덤으로 표시하면 된다. 즉, 6진 카운터로 클럭을 세고 적당한 곳에서 이 클럭을 멈춘다. 여기서 보통 6진 카운터는 0~5를 출력하기 때문에 이것을 1~6으로 하려면 **그림 1**과 같이 약간의 연구가 필요하다.

그림 2가 회로도인데, 본기에서는 **그림 1**(3)의 방법을 사용하고 있다.

〔그림 1〕 주사위의 원리





〔그림 2〕 회로도

그림 3을 보자. 먼저 **4093B**로 클럭을 발진시키고 **4510B**로 센다. **4510B**는 프리세터블 업다운 카운터로서 카운터에 마음 내키는 수를 프리세트할 수 있다.

그래서 1→2→…→5→6→7과 같이 카운트가 진행되고, 이 7카운트째를 센 순간에 카운터를 1에 프리세트한다. 그러면 카운터는 또 1→2→…→5→6→7과 같이 세는데, 7카운트째는 그것을 센 순간에 카운터를 1에 프리세트해 버리기 때문에 인간의 눈에는 7은 보이지 않고 정확하게 1→2→…→5→6→1→2→…로 카운트하고 있는 것 같이 보인다.

그리고 카운터의 출력을 2진수→7 세그먼트 LED 디코더에 넣어 숫자로서 보이게 한다.

또 클럭 발진기는 스위치를 누르고 있는 동안 발진을 계속하고 스위치를 놓으면 차차 느려져 정지하게 되어 있다.

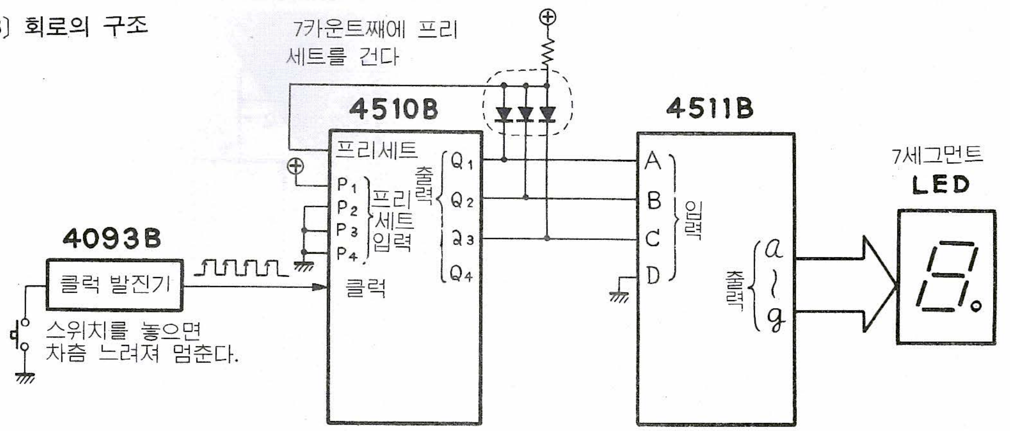
□ 부품의 설명

디지틀 IC…3개 모두 C-MOS형으로서 **4093B**, **4510B**, **4511B**라는 명칭으로 각 메이커에서 발매되고 있기 때문에 어느 메이커제라도 쓸 수 있다.

7세그먼트 LED…**TIL702RC**에 맞추어 프린트기판을 배려해 놓았기 때문에 이 LED를 찾는다.

프린트기판은 기판 패턴도를 투명지에 베껴서, 이동기판에 밀착시켜 구멍부터 뚫고, 에나멜로 패턴도를 그린 다음, 염화제2철로 부식시켜 자작한다.

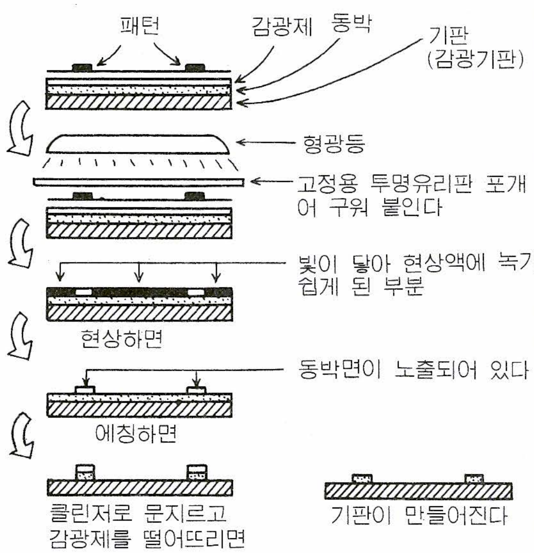
〔그림 3〕 회로의 구조

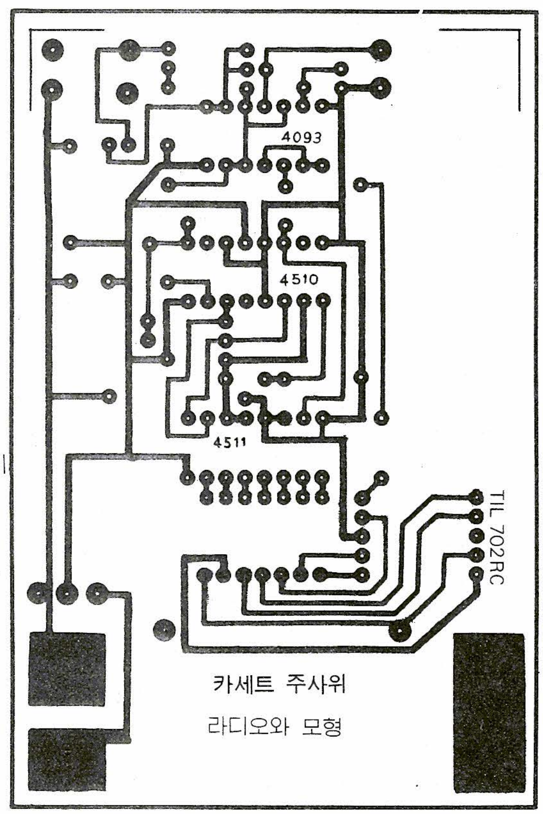


클럭	카운터출력 Q3 Q2 Q1	표시되는 숫자	모 드
0	0 0 0	0	리세트
1	0 0 1	1	카운트
2	0 1 0	2	
3	0 1 1	3	
4	1 0 0	4	
5	1 0 1	5	
6	1 1 0	6	
7	1 1 1	7	순식간에 1로 돌아온다.

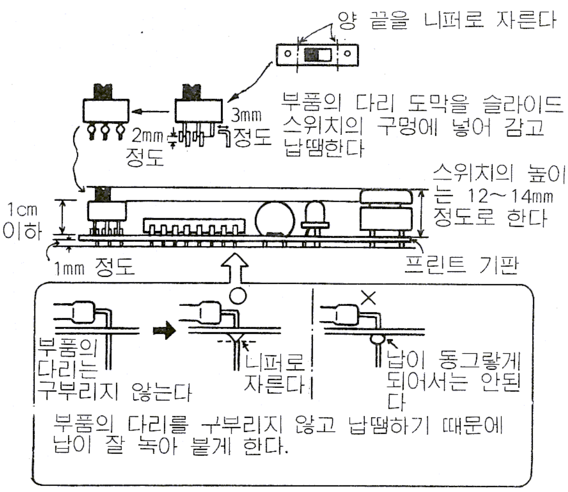
〔그림 4〕 프린트 패턴

감광기판의 원리

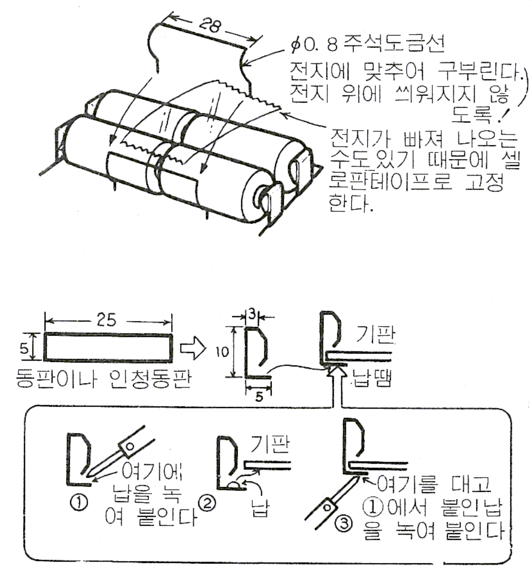




〔그림 5〕 각 부분의 공작상의 주의

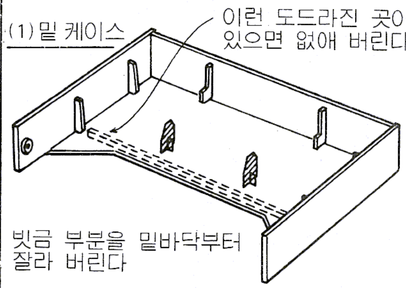


(1) 부품의 높이와 납땜에 주의

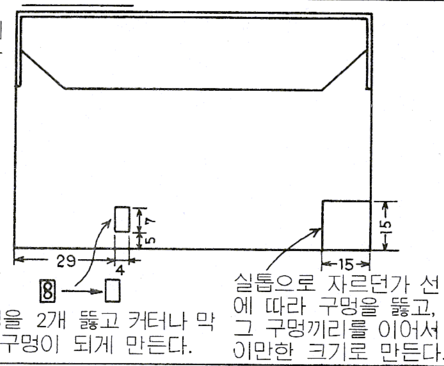


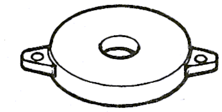
(2) 전지홀더 가공도

〔그림 6〕 카세트 케이스의 가공



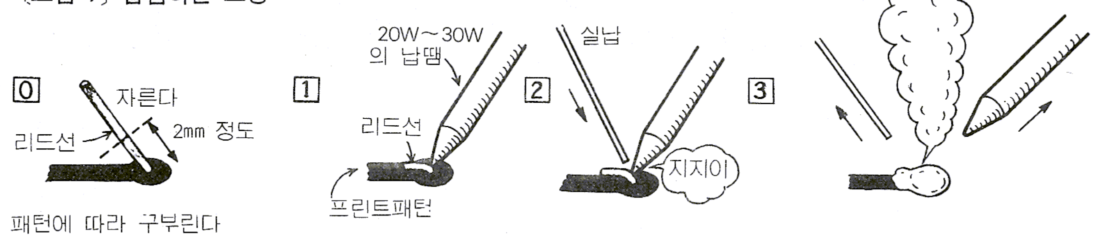
(2) 윗 케이스





(3) 압전 버저의 접작

〔그림 7〕 납땜하는 요령



그 밖에는 부품표나 실체도, 사진 등을 참고하고, 특히 모양이나 크기에 주의하여 모은다.

□ 제작해 보자

카세트 케이스에 들어갈 수 있게 세밀한 주의를 지켜 정성들여 만들어 나간다.

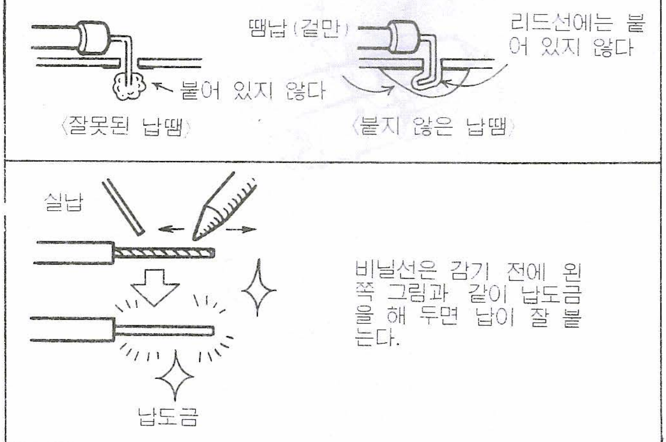
프린트기판…감광기판으로 만드려는 사람은 마스크용 패턴도를 투명지에 전자복사하여, 그것을 이용하도록 한다. 부품을 납땜할 때는 **그림 5**의 주의를 반드시 지키도록 한다.

납땜만 틀림 없이 잘 하면 반드시 동작한다. 또 너무 수북하게 쌓아 올리면 케이스에 들어가지 않기 때문에, 납면의 높이는 1 mm 정도로 하면 된다.

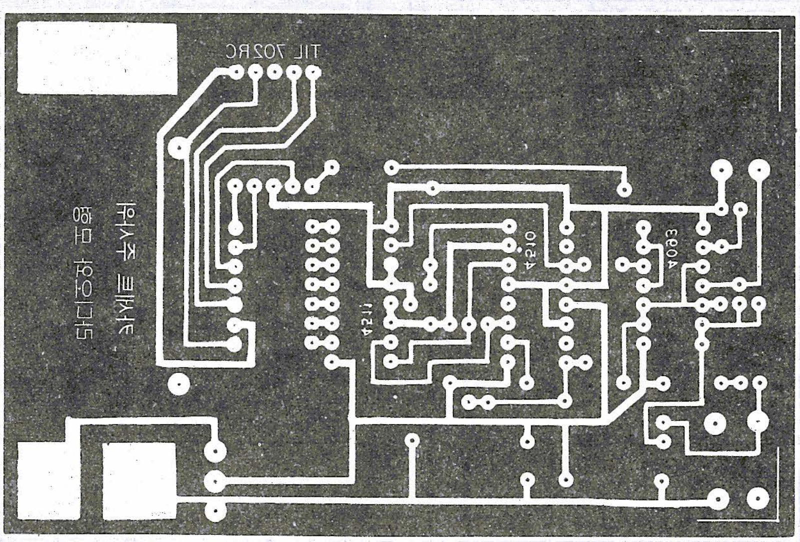
케이스의 가공…카세트 테이프의 케이스를 **그림 6**과 같이 가공하는데, 깨어지거나 금이 가기 쉬우므로 천천히 조심성 있게 한다.

전체의 조립…기판이 만들어졌으면 다시 한번

〔그림 8〕 잘못된 납땜



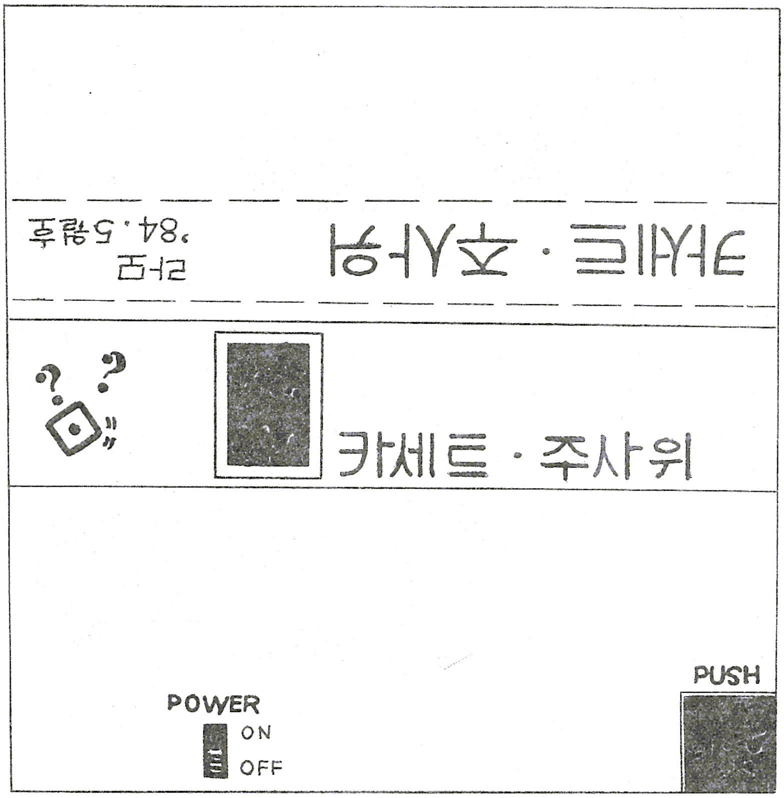




마스크지용 패턴도

부 품 표

C-MOS 디지틀 IC
  (같은 번호 호환품이면 어느 메이커나 무방)
  MC14093B ································· 1
  MC14510B ·································
  MC14511B ································· 1
7 세그먼트 LED
TIL 702RC(빨강의 발광 효율이 높은 것)·1
실리콘 다이오드
  1S1588(스위치용이면 된다)················ 4
저항 1/8~1/4W ±5% 오차 P형 카본
  330Ω : 7 1kΩ : 1 100kΩ : 4 330kΩ : 1
콘덴서(내압은 10V면 충분하다)
  0.01μF(세라믹) ································ 3
  1μF(알루미늄 전해) ···························· 1
  2.2μF(알루미늄 전해)··························· 1
스위치
  푸시스위치··································· 1
  슬라이드 스위치 3P 초소형····················· 1
  압전 버저 ϕ24의 플라스틱 케이스 들이······ 1
건전지 NM··· 4
동판 또는 인청동판(전지 받이용)
  5×100×0.5t·································· 1
주석도금선 ϕ0.8~1.0(전지고정용)········· 6㎝
단심 코드(점퍼선용 : 가는 것)················20㎝
프린트기판 65×100㎜···························· 1
카세트 테이프 케이스······························ 1

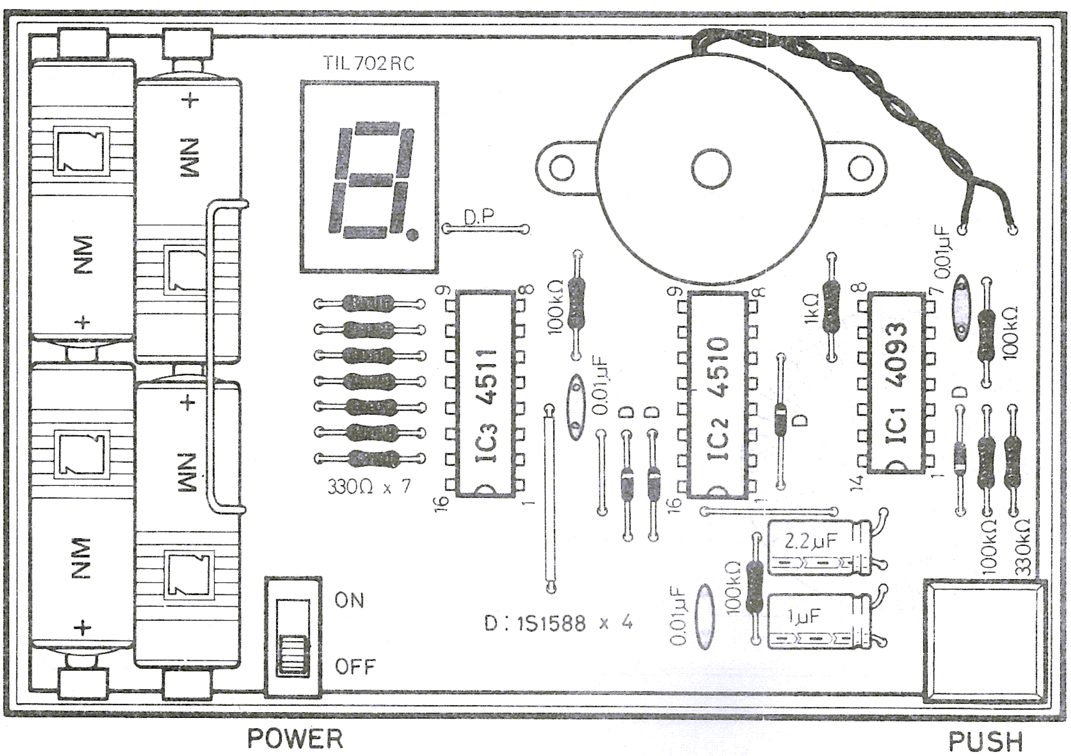


배선이나 부품의 방향, 납땜을 체크하고 다음의 사용법에 쓰인 것과 같은 동작을 하는지 확인한다. 이상 없으면 레이블을 잘라내어 기간과 함께 케이스에 넣어 완성시킨다.

□ 사 용 법

먼저 스위치를 ON하면 0을 표시한다. 여기서 푸시 스위치를 누른다. 삐삐 삐하는 소리와 함께 숫자가 바뀐다. 그리고 스위치를 놓이면 카운트가 차차 느리게 되어 멈추고, 그 때 눈의 수를 표시한다.

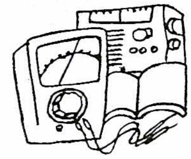
또, 소리가 나고, 숫자가 바뀔 때마다 7세그먼트 LED의 소숫점이 붙어 있는 것을 알 수 있다.



공급처 영광도서
부산 87－7500
서면 87－8500
장서번호 번
구입198 년 월 일

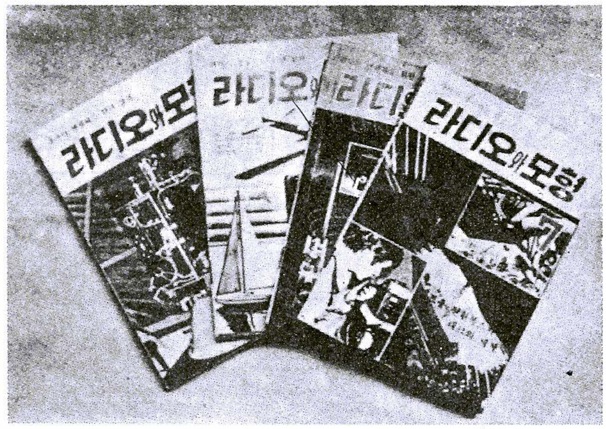
와 기술의 과학잡지

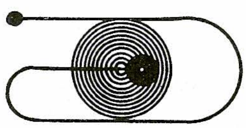
월간 라디오와 모형



B5판 매월 1일발매

■ 새로운 국내외 뉴우스와 참신한 화보, 흥미 교양 과학의 읽을거리, 혼자서 쉽게 만들 수 있는 즐거운 공작과 각종 엘렉트로닉스, 유무선, 아마튜어 무선, 라디오, 오디오, 모우터 모형공작 등 알찬기사들로 가득찬 미래의 과학자와 기술자를 위한 대망의 월간지!





자주, 자립 정신으로 조국 통일 이룩하자.

디지틀게임기 제작집 (제 3 집) 값 3,200원

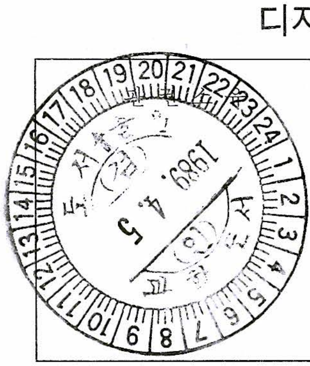
1983년 6월 15일 초판발행
1984년 10월 30일 재판발행

편집및 발행인 김 병 진
발행소 도서출판 과학도서

〔등록：68. 12. 5 제 1－249〕

133－00 서울특별시 성동구 행당동 1－56
전화：293－1933・292－3934 대체：509596번

523－2040－330－11763



권위있는 과학도서 안내

서울특별시 성동구 행당동 1－56
도서출판 과학도서 293－1933 292－3934

오려서 만들기

1. 날으는 비행기 ● B 5판 84면 정가 1,400원
2. 경기용 비행기 ● B 5판 96면 정가 1,400원
3. 아름다운배 ● B 5판 112면 정가 1,900원

판지제작 시리이즈

1. 비행기만들기(37가지) ● B 5판 96면 정가 1,900원
2. 탱크만들기(15가지) ● B 5판 166면 정가 3,300원
3. 만화만들기(13가지) ● B 5판 126면 정가 2,400원
4. 동물만들기(25가지) ● B 5판 122면 정가 2,100원
5. 큰배만들기(6가지) ● B 5판 84면 정가 1,700원
6. 자동차 만들기(32가지) ● B 5판 82면 정가 2,000원
7. 군함만들기(10가지) ● B 5판 110면 정가 2,500원
8. 곤충만들기(22가지) ● B 5판 132면 정가 2,600원
9. 천체관찰용구만들기(21가지) ● B 5판 136면 정가 2,300원
10. 기차와역만들기(18가지) ● B 5판 146면 정가 2,800원
11. 여객기만들기(11가지) ● B 5판 124면 정가 2,400원
12. 프로펠러전투기만들기(13가지) ● B 5판 82면 정가 1,600원
13. 제트전투기만들기(15가지) ● B 5판 154면 정가 2,900원
14. 경주용자동차만들기(12가지) ● B 5판 84면 정가 2,300원
15. 증기기관차만들기(10가지) ● B 5판 112면 정가 2,300원
16. 작은배만들기(6가지) ● B 5판 102면 정가 1,950원

과학교양문고

1. 아이디어시대 ● B 6판 256면 정가 2,300원
2. 재미있는발명 ● B 6판 226면 정가 1,800원
3. 발명가입문 ● B 6판 130면 정가 2,100원
4. 우주와별의비밀 ● B 6판 192면 정가 1,700원
5. 1만년후 ● B 6판 256면 정가 2,400원
6. 세계의 최신병기 ● B 6판 276면 정가 2,100원
7. 최신전략무기 ● B 6판 248면 정가 1,700원
8. 현대항공전의전모 ● B 6판 384면 정가 2,600원
9. 소련신예기의비밀 ● B 6판 200면 정가 1,600원
10. 초병기의 비밀 ● B 6판 208면 정가 1,400원
11. 세계병기발달사 ● B 6판 208면 정가 2,200원
12. 아마튜어무선 ● B 6판 224면 정가 1,900원
13. 우주 2025년 ● B 6판 176면 정가 1,700원
14. 세계의 군함 ● B 6판 396면 정가 3,600원
15. 세계의 전차 ● B 6판 236판 정가 2,500원
16. 세계의 군용기 ● B 6판 404면 정가 3,600원

광 학

- □ 빛과 렌즈의 공작(32가지) ● B 5판 144면 정가 1,900원
- □ 천체망원경입문 ● B 5판 154면 정가 2,800원
- □ 광학의 지식과 공작 ● B 5판 192면 정가 1,900원

모형공작 교실

1. 과학모형공작 ● B 5판 152면 정가 1,800원
2. 새전기제작집(전기모형공작) ● B 5판 184면 정가 2,400원
3. 모형배 공작 ● B 5판 180면 정가 2,600원
4. 유선 및 무선조종모형공작 ● B 5판 152면 정가 1,600원
5. 모형비행기 공작 ● B 5판 232면 정가 3,000원
6. 광학의지식과공작 ● B 5판 192면 정가 1,900원
7. 스피이드모형공작 ● B 5판 116면 정가 1,200원
8. 플라스틱모형공작 ● B 5판 160면 정가 1,900원
9. 모우터모형공작 ● B 5판 144면 정가 1,700원
10. 라디콘플라모델공작 ● B 5판 128면 정가 1,600원
11. 실내비행기공작 ● B 5판 128면 정가 1,800원
12. 모형글라이더공작 ● B 5판 176면 정가 2,400원
13. 아크릴 모형공작 ● B 5판 176면 정가 2,400원

즐거운 공작교실

1. 일요일공작(69가지) ● B 5판 112면 정가 780원
2. 골판지공작(45가지) ● B 5판 112면 정가 780원
3. 90분완성공작(60가지) ● B 5판 136면 정가 1,500원
4. 악기공작(58가지) ● B 5판 108면 정가 750원
5. 종이접기공작(122가지) ● B 5판 168면 정가 1,700원
6. 종이끈 공작(11가지) ● B 5판 116면 정가 1,700원

SF문고 시리이즈

1. 시간표계획 ● B 6판 168면 정가 1,000원
2. 인류의 어명호 ● B 6판 176면 정가 1,000원
3. 우주특급선 ● B 6판 168면 정가 1,000원
4. 우주섬의 소년 ● B 6판 168면 정가 1,000원
5. 우주대모험 ● B6판 160면 정가 1,300원

라디콘(R/C)·유우콘(U/C) 도서

- □ U콘기술입문 ● B 5판 204면 정가 2,300원
- □ 라디콘기술입문 ● B 5판 336면 정가 1,8[illegible]원
- □ 라디콘의설계와제작 ● B 5판 164면 정가 2,400원
- □ 초보라디콘 ● B 5판 176면 정가 2,900원

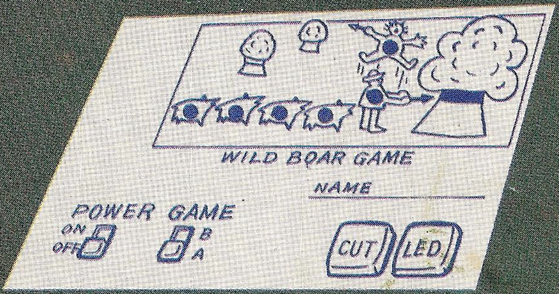
디지틀 게임 응용제작집

- □ 디지틀게임기제작집1집 ● B 5판 184면 정가 3,[illegible]원
- □ 디지틀게임기제작집2집 ● B 5판 190면 정가 3,300원
- □ 디지틀게임기제작집3집 ● B 5판 176면 정가 3,000원

기타 도서

- □ 캠핑(CAMPING) ● B 5판 128면 정가 1,300원
- □ 페인트입문 ● B 5판 118면 정가 1,200원

※ 정가는 수시로 변경될 수 있음.



523 – 2040 – 330 – 11763